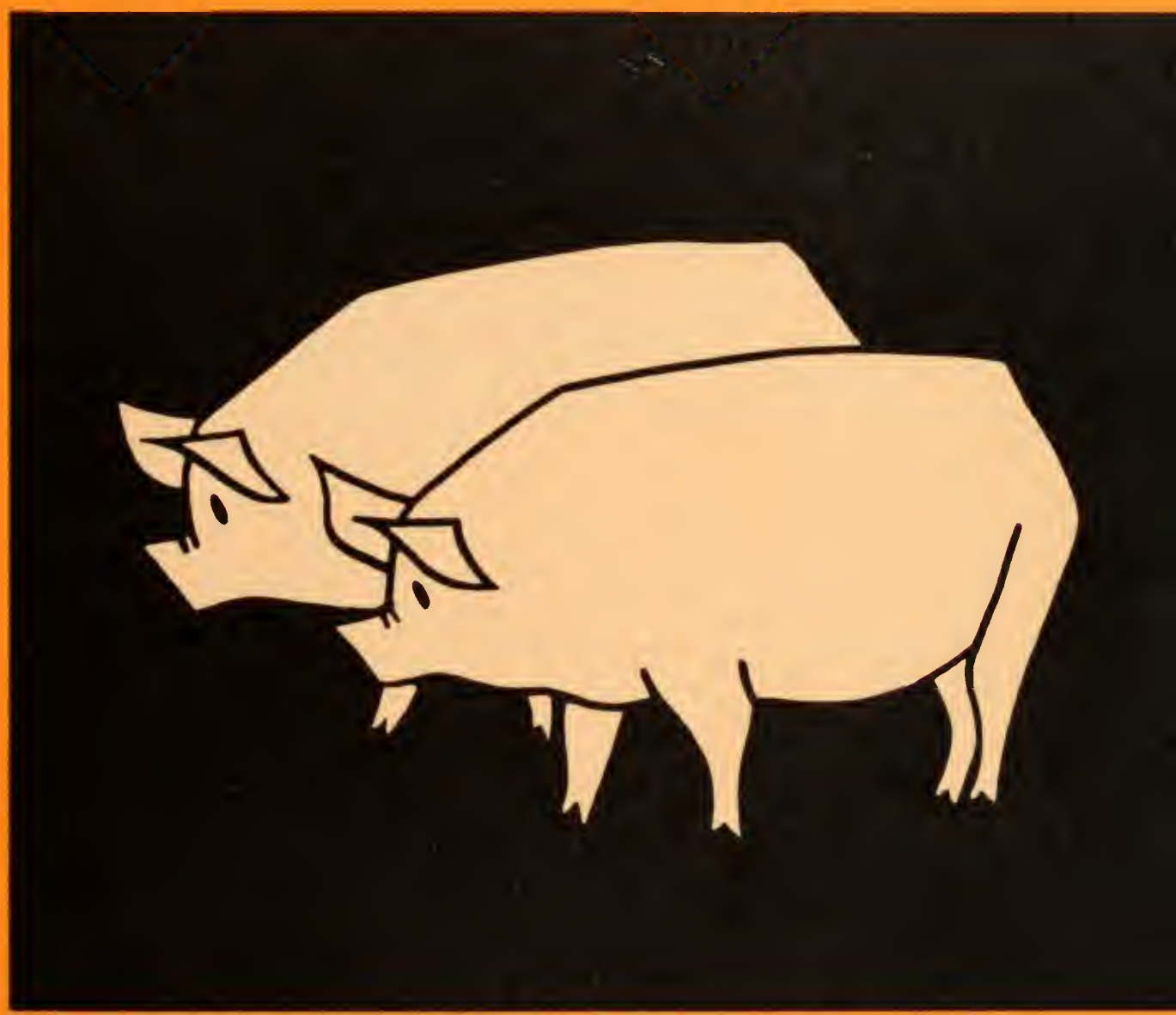
PUBLICATION 1451

ÉLEVAGE DES PORCS EN CLAUSTRATION



630.4
C212
P 1451
1980
fr.

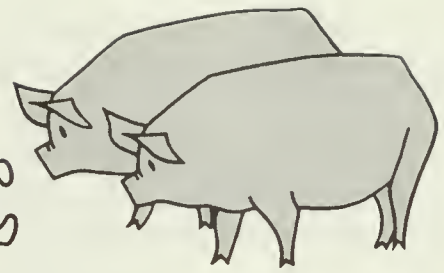
c.3

Agriculture Canada

LIBRARY - BIBLIOTHÈQUE
Agriculture Canada
DEPARTMENTAL LIBRARY
BIBLIOTHÈQUE DU MINISTÈRE
ÉDIFICE SIR JOHN CARLING BLDG.
OTTAWA ONTARIO
K1A 0C5
LIBRARY - BIBLIOTHÈQUE

Le sous-comité des porcheries, du Service des plans du Canada a collaboré à la préparation de cette brochure. L'ouvrage complète le plan de construction et d'aménagement des porcheries préparés sous la direction du sous-comité. Pour obtenir les feuillets explicatifs et les plans complets de porcherie préparés par le Service, prière de s'adresser au spécialiste en génie agricole du ministère de l'Agriculture, dans chaque province.

ÉLEVAGE DES PORCS EN CLAUSTRATION



J.E. Turnbull
Chef, Section des structures et de l'environnement
Service de recherches techniques et de la statistique
Agriculture Canada
Ottawa, Ontario
K1A 0C6

et

N.A. Bird
Ingénieur, Service de vulgarisation
Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de l'Ontario
Stratford, Ontario
N5A 6T3

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE DU CANADA

PUBLICATION 1451

PUBLICATION 1451, on peut obtenir des exemplaires aux
Services d'information, Agriculture Canada, Ottawa K1A 0C7

©Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1980
N° de cat. A63–1451/1980F ISBN: 0-662-90464-8
Révision 1980 6M–2:80

Also available in English

TABLE DES MATIÈRES

Avant-Propos

I Les avantages de l'élevage du porc en claustration 5
II Méthodes de reproduction des porcs en claustration 6
Le cycle de reproduction chez les truies 6
III Calculs établissant une porcherie équilibrée 9
Calcul des dimensions de la section d'accouplement et de gestation 10
Calcul des dimensions d'une section de mise bas en une pièce constamment occupée 10
Calcul des dimensions d'une section de mise bas à pièces multiples 11
Calcul des dimensions de la section de post-sevrage (porcelets sevrés) 13
Calcul des dimensions de la section de croissance et d'engraissement 14
IV Aménagement des cases pour l'élevage en claustration 14
Accouplement et gestation 14
Cases de mise bas 19
Cases de post-sevrage 22
Cases de croissance et d'engraissement 24
V Disposition des sections d'une porcherie 25
Cases de mise bas dans un local d'une seule pièce constamment occupée 26
Section de mise bas à pièces multiples 28
VI Technique de la construction 34
Le bâtiment 34
Porcherie à un ou deux étages 34
Autres possibilités de construction 34
Détails de la construction des murs isolés en charpenterie 35
Détails de la construction des prises d'air intégrées 38
Planchers 38
Cloisons et portillons 39
VII Ventilation et climatisation des porcheries 42
Fonctionnement de la ventilation 42
Bilan de la chaleur 43
Coefficient de ventilation et bilan thermique 43
Contrôle des ventilateurs 44
Recommandations en matière de ventilation et de chauffage pour les porcs 48
Avantages du ventilateur expulseur 49
Prises et répartition d'air frais 50
Répartition de l'air frais par rapport à la disposition des cases 52
Problèmes particuliers posés par les prises d'air en hiver 54
Prises d'air, ventilateurs et pression statique 54
Autres systèmes 56
Choix de l'énergie pour le chauffage complémentaire 58
Méthodes de chauffage complémentaire 59
Rafraîchissement, en été, des porcs de croissance, d'engraissement et de reproduction 67
Dispositifs de sécurité 67
VIII Évacuation des déjections 68
Évacuation du fumier à l'état solide 68
Évacuation du lisier 69
Répression des gaz délétères et des émanations nauséabondes des déjections accumulées 69
Évacuation et stockage du fumier 70
Caniveaux à lisier 72
Mode de stockage du lisier 76
Construction des réserves 79
Bibliographie 80

AVANT-PROPOS

Le rude climat canadien ne facilite pas l'élevage des porcs dans les parcs en plein air ou dans des bâtiments économiques à façade ouverte, comme on en voit plus au sud. Dans plusieurs régions où l'on s'adonne à l'élevage, les températures varient de − 35°C ou moins en hiver, à + 35°C en été le tout accompagné d'une forte humidité relative.

Le porc est pratiquement nu et ne transpire pas; il a donc besoin d'une bonne protection contre ces grands écarts de température. C'est la raison pour laquelle on accorde une attention spéciale aux conditions du milieu: chaleur, humidité, ventilation, éclairage, alimentation, abreuvement et logement.

Le présent ouvrage résume les recherches, l'expérience acquise et la mise en pratique de données techniques dans le domaine de l'élevage du porc. Il est destiné aux éleveurs canadiens qui se proposent de construire de nouvelles porcheries ou de transformer et d'améliorer des bâtiments existants. Il complète les renseignements contenus dans de nombreux rapports canadiens traitant de la nutrition, de l'hygiène et de la reproduction des porcs et de la gestion d'une porcherie.

I LES AVANTAGES DE L'ÉLEVAGE DU PORC EN CLAUSTRATION

Durant la première semaine qui suit sa naissance, le porcelet, presque nu, est très sensible au froid. Il lui faut donc une température ambiante d'environ 28°C. La truie, cependant, supporte mal une température de plus de 26°C à la mise bas. Elle s'accommode mieux d'un local chauffé entre 13°C et 21°C. Les cases de mise bas comprendront donc un compartiment pour la truie et un autre pour les porcelets. Ce dernier sera pourvu d'un chauffage supplémentaire pour assurer le confort des porcelets. (Voir le chapitre VII).

A l'âge d'une semaine, les porcelets sont moins sensibles aux écarts de température. On réduira donc graduellement le chauffage dans leur compartiment. C'est un animal, cependant, qui demeure très sensible au froid, même lorsqu'il atteint le poids du marché. On trouvera aux tableaux 1 et 2 les résultats de recherches effectuées en Californie sur des groupes de deux à cinq porcs logés dans une pièce à atmosphère contrôlée.

Les tableaux 1 et 2 révèlent que les porcs en croissance réagissent rapidement à de bonnes conditions de logement et à une atmosphère contrôlée. Le tableau 1 indique que la température optimale, au cours de la croissance, est d'environ 25°C pour les porcs de 45 kg. À mesure que le porc s'approche du poids du marché, la température optimale est maintenue à environ 20°C, bien qu'une température moins élevée (jusqu'à 15°C), n'affecte pas sensiblement sa croissance, contrairement à celle du porcelet (voir les zones ombragées aux tableaux 1 et 2). On remarque aussi, au tableau 1, que les porcs perdent effectivement du poids lorsque la température atteint 35°C ou plus, et que plus le porc est lourd, plus il souffre de l'excès de chaleur.

Le tableau 2 exposant les indices de consommation est encore plus instructif pour l'éleveur. Le porc en croissance (de 31,5 à 65 kg) donne un meilleur rendement à 25°C, tandis que le porc au stade de l'engraissement montre le meilleur indice de consommation à 15°C. Une température inférieure à 15°C augmente considérablement l'indice de consommation; une température dépassant 30°C est beaucoup plus favorable encore. Il faut également souligner que ces essais portaient sur des groupes de deux à cinq porcs logés dans un compartiment de grande dimension, ce qui n'est pas le cas dans la plupart des fermes, où les porcs vivent en groupes plus importants. Ils souffriraient donc encore plus de la chaleur.

Des études menées au Michigan (voir le tableau 3) révèlent les avantages d'un bâtiment isolé et ventilé sur les constructions à façade

TABLEAU 1. Effet de la température ambiante sur le taux de gain du porc (Réf. 1)

Poids vif moyen (kg)	Gain journalier moyen (kg/porc) à diverses températures ambiantes						
	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°
45		0.63	0.71	0.87	0.90	0.73	0.40
68	0.58	0.67	0.79	0.95	0.87	0.64	0.22
91	0.55	0.72	0.85	0.99	0.84	0.55	0.03
113	0.52	0.76	0.92	0.96	0.78	0.45	-0.15
136	0.50	0.80	1.00	0.95	0.72	0.35	-0.36
159	0.47	0.86	1.05	0.93	0.67	0.26	-0.55

TABLEAU 2. Effet de la température ambiante sur l'indice de consommation du porc (Réf. 2)

Poids vif (kg)	Indice de consommation (kg d'aliments/kg de gain) à diverses températures ambiantes						
	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°
32 à 65	4.8	4.4	3.7	2.8	2.6	5.5	7.8
75 à 118	10.0	5.1	3.7	4.0	4.2	9.0	

TABLEAU 3. Résultats d'essais d'alimentation du porc, de mai à septembre (Réf. 3)

	Type de logement		
	Abri à façade ouverte avec cour bétonnée	Isolé et ventilé	Isolé, ventilé et pourvu de climatisation
Gain journalier moyen (kg)	0.67	0.74	0.73
Consommation moyenne d'aliment (kg/porc/jour)	2.54	2.59	2.49
Indice de consommation (kg d'aliments/kg de gain)	1.72	1.58	1.55

ouverte, pour les porcs au stade de l'engraissement; ces avantages existent même en été.

Si l'on tient compte uniquement du milieu, il importe moins de loger les porcs reproducteurs dans des bâtiments climatisés; mais alors d'autres facteurs importants interviennent. Un taux de reproduction élevé découle de l'étroite surveillance des truies et des verrats, de leur identification et de leur bon traitement. Le rationnement des truies et des verrats est nécessaire pour éviter l'engraissement excessif. Les truies doivent être logées individuellement ou gardées en petits groupes de sujets compatibles.

En somme, ces faits démontrent que, sous le climat canadien, le meilleur genre de porcherie consiste en un complexe de bâtiments spécialisés, conçus et construits de façon à répondre aux besoins des animaux selon leur âge. Chaque bâtiment doit être bien isolé et pourvu de ventilateur (et, dans nombre de cas, de chauffage complémentaire), afin d'assurer la climatisation du milieu. Même si, au cours du cycle de la reproduction, les porcs ont les mêmes besoins en ce qui a trait à la température, il est quand même préférable de les isoler par groupes d'âge pour mieux prévenir les maladies.

II. MÉTHODES DE REPRODUCTION DES PORCS EN CLAUSTRATION

La figure 1 expose la croissance normale des porcs de bonne lignée, de la naissance au poids du marché, dans des conditions optimales de santé, d'alimentation et de logement (réf 4).

Selon la pratique courante, la période de croissance se divise en quatre étapes, savoir: l'allaitement (de la naissance au sevrage), le post-sevrage, la croissance et l'engraissement. À chacune de ces étapes, il existe des besoins particuliers en ce qui concerne le chauffage et la ventilation, la protection et la claustration, les dispositifs d'alimentation et d'abreuvement, et l'évacuation du fumier. Dans une entreprise d'élevage ordinaire, le porc est en claustration durant toute sa vie, ce qui nécessite des installations spécialement conçues pour répondre à ses besoins, à chacune des étapes de son développement. Sauf dans les petites porcheries (moins de 20 truies), les tentatives pour satisfaire à tous ces besoins très différents, en un seul local, n'aboutissent qu'à des compromis et à une hausse du coût de logement.

Le chevauchement de ces étapes, illustré à la figure 1, montre les différences acceptables entre les systèmes de logement. Par exemple, le sevrage peut se faire à 3 semaines; on retire alors la truie de la case de mise bas, et on y laisse les porcelets dont le poids est d'environ 5 kg. Ou encore, la case de mise bas peut être assez vaste pour y loger la truie et sa portée pendant 6 semaines; les porcelets, pesant de 10 à 13 kg, ont alors atteint le stade de porcelets sevrés ou nourrains.

Le stade de nourrain se termine lorsque le porc atteint un poids de 18 à 24 kg (à l'âge d'environ 10 semaines); il est alors transféré dans une case plus grande et reçoit une alimentation différente.

En général, la période de croissance se termine lorsque le porc pèse de 45 à 65 kg. À ce moment, on divise les groupes pour leur donner plus d'espace et, parfois, pour le rationnement de certains porcs au stade de l'engraissement. Les porcs en croissance et à l'engraissement partagent habituellement le même local, comme l'indique le tableau 4.

Pour concevoir facilement un système d'élevage de porcs, il faut tenir compte de la répétition cyclique des diverses étapes. Le tableau 4 illustre les cycles de l'élevage; chaque cycle se répète, mais à intervalle de temps différent. Cette différence de durée des cycles sert à déterminer le nombre de loges, la surface des planchers et le taux de production des porcs. Par exemple, on montre au tableau 4, sous la rubrique "Étapes", un cycle qui comprend le retrait de jeunes femelles choisies parmi les porcs à l'engraissement; ces dernières seront intégrées dans le troupeau d'élevage en remplacement des truies à réformer afin de maintenir le troupeau au niveau requis.

Le cycle de reproduction chez la truie

Ce cycle figure aussi au tableau 4. Il comprend les étapes de l'accouplement, de la gestation, de la mise bas et de l'allaitement; il se répète quand les truies retournent à l'accouplement. Ce cycle est fondé sur les périodes naturelles de l'ovulation (3 semaines), de la gestation (environ 16 semaines) et de l'allaitement (de 3 à 6 semaines).

Le phénomène de l'ovulation se produit, chez la plupart des truies, de 4 à 8 jours après la fin de l'allaitement. Durant la période de chaleur, ou rut, les truies sont souvent

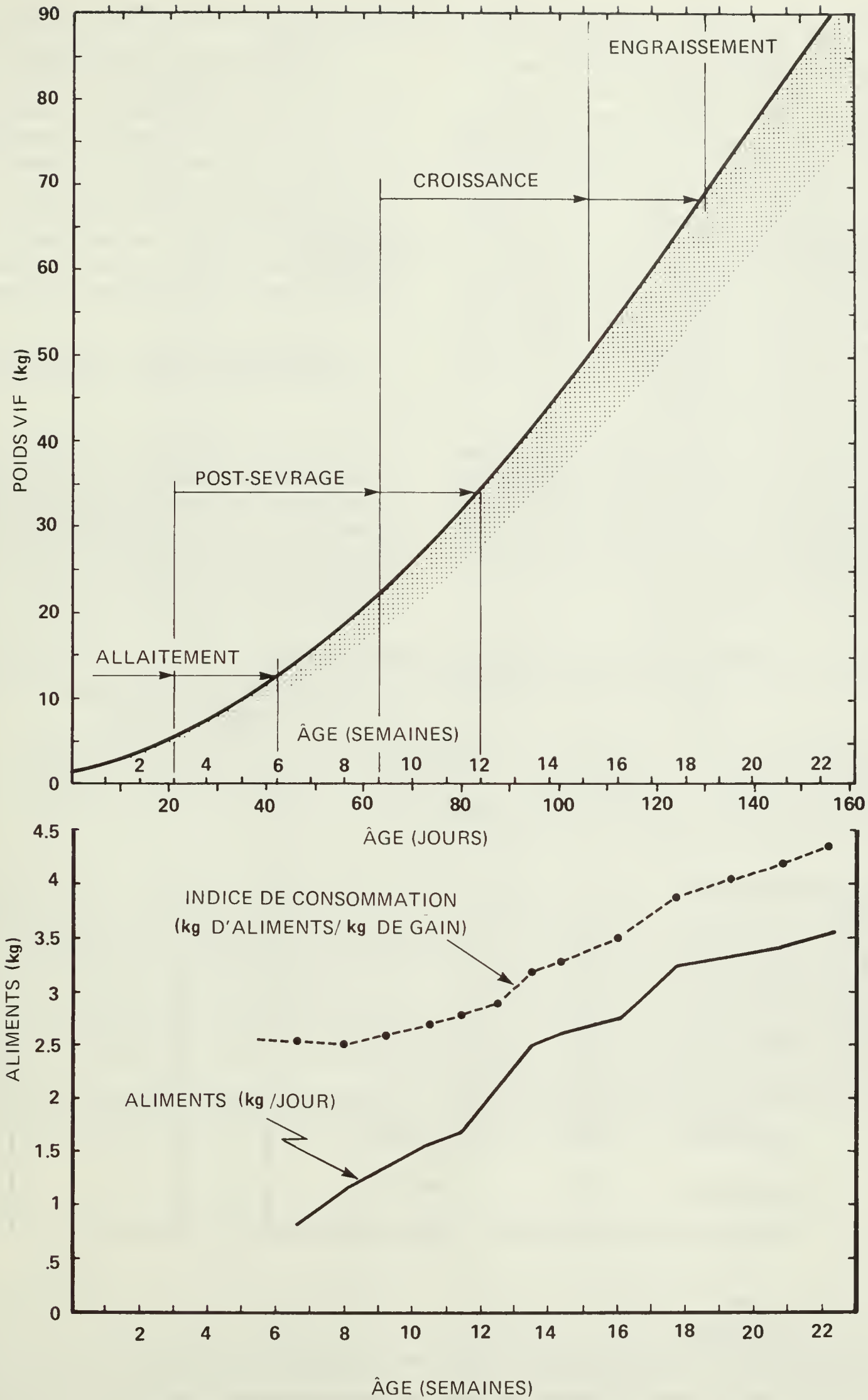


Figure 1 Stades de croissance, poids vif et besoins alimentaires des porcs en croissance

irritables; c'est pourquoi, nombre d'éleveurs voient l'utilité de cases individuelles, en plus des loges collectives, pour les truies en gestation. Le tableau 4 prévoit une période de 4 semaines en case d'accouplement. En effet, il est normal d'y laisser les truies pour une période allant jusqu'à 3 semaines après le premier accouplement, au cas où elles n'auraient pas été fécondées à la première saillie. Par conséquent, les truies n'occupent ces locaux que durant 12 à 15 semaines sur les 16 semaines de gestation; la dernière semaine précédant la mise bas, aussi appelée la semaine pré-natale, sera passée dans la case de mise bas, pour permettre à la truie de s'adapter au nouveau milieu.

Le tableau 5 montre en détail le cycle de reproduction chez la truie. Chez la plupart des races (excepté la Lacombe), le phénomène de l'ovulation se produit de 4 à 8 jours après la fin de l'allaitement; on a donc fixé, dans le tableau, le début du cycle à la date du sevrage. La date du sevrage peut donc servir à l'établissement d'un calendrier précis de la reproduction.

Le tableau 5 indique que la durée du cycle de reproduction peut varier de 20 à 23 ou 26 semaines, selon la durée de l'allaitement et selon la truie est fécondée au premier ou au deuxième accouplement. La durée de ces cycles s'applique à 80% des reproductrices du troupeau. Pour les autres, soit 20%, y compris les jeunes femelles, la fécondation a lieu irrégulièrement. Le nombre de cycles de reproduction par année s'obtient comme suit:

$$\frac{\text{52 semaines/année}}{\text{20 semaines/année}} = \text{2,6 cycles de reproduction/année}$$

Dans un troupeau, un grand nombre de truies n'atteignent pas le taux de 2,6 cycle de reproduction (ou portées), ni même de 2,26. On se servira du taux annuel moyen de 2,3 cycles, pour fins de calcul ultérieur, dans le cas d'un allaitement de 3 semaines; dans le cas d'un

TABLEAU 4. Mode d'élevage des porcs en claustration

Étapes	Durée normale (semaines)	Espace requis (réf. 5) (m² porc)	Groupement des stades selon le système de logement: 4 locaux	3 locaux	2 locaux
Accouplement	4	1,8			
Gestation	12 à 15	1 à 1,8			
Mise bas	1				
Allaitement	6 à 3	3,5* à 5,4**			
Post-sevrage	3 à 9	0,2 à 0,3			
Croissance	9 à 3	0,35 à 0,5			
Engraissement	5 à 9	0,7 à 1***			
À l'abattage					

Retour des truies

Jeunes truies choisies pour fins de reproduction

*Soit une case de mise bas de 1,5 × 2,25 m pour loger la truie et sa portée jusqu'au sevrage hâtif (3 semaines).

**Soit une case de mise bas de 1,5 × 3,6 m comprenant à l'avant un compartiment de 1,5 × 0,6 m pour porcelets. Cette dernière convient à une période d'allaitement de 6 semaines en plus de pouvoir loger les porcelets sevrés (complexe à trois locaux).

***Il faut prévoir cet espace additionnel pour le temps chaud et pour les porcs devant être engraissés jusqu'aux poids supérieurs du marché (environ 100 kg poids vif) autorisés en vertu du nouveau règlement canadien concernant le classement des porcs, qui est entré en vigueur en janvier 1978.

TABLEAU 5. Cycles de reproduction de la truie

Sevrage hâtif (3 semaines)			Sevrage tardif (6 semaines)		
	Semaines			Semaines	
Sevrage →	0		Sevrage →	0	
Accouplement →	1		Accouplement →	1	
	2			2	
	3			3	
	4	← Deuxième accouplement au besoin		4	← Deuxième accouplement au besoin
	5			5	
	6			6	
	7			7	
	8			8	
	9			9	
	10			10	
	11			11	
	12			12	
	13			13	
	14			14	
Transfert à la case de mise bas →	15		Transfert à la case de mise bas →	15	
	16			16	
Mise bas →	17	← Transfert à la case de	Mise bas →	17	← Transfert à la case de
	18			18	
	19			19	
Sevrage →	20	← Mise bas		20	← Mise bas
	21			21	
(Le cycle se répète)	22			22	
2,6 cycles l'an	23	← Sevrage (Le cycle se répète) 2,26 cycles l'an	Sevrage → 2,26 cycles l'an	23	
				24	
				25	
				26	← Sevrage (Le cycle se répète) 2 cycles l'an
Moyenne pour le troupeau: 2,3 cycles ou portées l'an					Moyenne pour le troupeau: 2,1 cycles ou portées l'an

allaitement de 6 semaines, on utilisera le taux annuel moyen de 2,1. Ces taux constituent des objectifs optimistes pour l'éleveur qui désire améliorer le rendement de son troupeau. En outre, ils assurent que la section de mise bas sera encore d'une dimension suffisante lorsque le troupeau d'élevage obtiendra un meilleur rendement.

Il se peut que certains éleveurs préfèrent remettre l'accouplement à la deuxième période de chaleurs, selon l'état de la truie, surtout lorsqu'on pratique le sevrage hâtif. Dans ce cas, la période moyenne d'occupation des cases d'accouplement est de 7 semaines au lieu des 4 semaines indiquées au tableau 4; le nombre moyen de cycles de reproduction par année, indiqué au tableau 5, s'en trouve donc diminué. Il en découle une augmentation de l'aire d'accouplement et une diminution du nombre de cases de mise bas.

III. CALCULS ÉTABLISSANT UNE PORCHERIE ÉQUILIBRÉE

De nos jours, un grand nombre d'éleveurs s'occupent de toutes les étapes de la production porcine qui figurent au tableau 4; les uns les intègrent en une seule entreprise, les autres en deux entreprises liées par contrat. Ceci rend possible l'établissement d'un régime complet en lui-même, diminuant ainsi les risques de maladies venant de l'extérieur et assurant aux éleveurs avisés des conditions optimales de production. Il n'est pas nécessaire que toutes les sections (de l'accouplement à l'engraissement) soient située dans la même ferme. Toutefois, il faut proportionner toutes les sections les unes par rapport aux autres.

Voici une méthode de calcul du nombre de cases que doit compter un complexe bien équilibré pour la production porcine (réf. 5)

Les calculs suivants sont effectués pour un troupeau d'élevage de 100 truies, c'est-à-dire d'une centaine de truies de reproduction plus un certain nombre d'autres porcs logés dans la section d'accouplement. Un troupeau de 100 truies se compose habituellement des bêtes suivantes:

100 truies d'élevage (truies et jeunes femelles fécondées)
15 jeunes truies non saillies
5 truies à réformer
6 verrats
126 bêtes en tout

Calcul des dimensions de la section d'accouplement et de gestation

Comme il y aura toujours quelques truies d'élevage dans la section de mise bas et d'allaitement, il n'est pas nécessaire de pourvoir au logement de toutes les 100 truies à la fois dans la section d'accouplement et de gestation. Par conséquent, cette dernière devrait pouvoir loger environ 85 femelles, soit 85% du troupeau. De plus, il est d'usage de prévoir, dans la section d'accouplement et de gestation, l'espace nécessaire pour loger les verrats, les jeunes femelles non saillies et quelques reproductrices dont les aptitudes demeurent incertaines, afin de pouvoir compter en tout temps sur une centaine de femelles propres à la reproduction.

Calcul des dimensions d'une section de mise bas en une pièce constamment occupée

Dans les entreprises de ce genre, il n'existe qu'une seule pièce où les truies mettent bas à tour de rôle. Aussitôt libre, chaque case est nettoyée pour recevoir la prochaine truie, une semaine avant la date prévue de la mise bas.

Ce régime ne permet pas d'assainir complètement le local. Il appartient donc à l'éleveur de lutter contre les contaminations multiples en utilisant les cases dans l'ordre, à partir de l'une des extrémités de la rangée. Par contre, il est toujours possible de prévoir des mises bas par groupe, dans une entreprise de ce genre, en interrompant les accouplements à intervalles réguliers. Toutefois, cette méthode diminue le rendement du troupeau, nécessite plus de cases de mise bas et complique la gestion du troupeau.

Le cycle d'occupation désigne la durée moyenne d'un cycle complet de la mise bas et de l'allaitement, y compris le post-sevrage (le cas échéant), le nettoyage et la période d'occupation (période prénatale). Le tableau 6 montre en détail trois cycles d'occupation adaptés à ce genre d'exploitation. À la fin de chaque cycle, une semaine est consacrée au travail très important de nettoyage, de désinfection et d'assainissement. Voir le passage intitulé: "Cases de mise bas" (page 19 à 22) pour plus de détails sur les cycles d'occupation.

On peut calculer le nombre de cases de mise bas comme suit:

$$\text{Nombre de cases} = (\text{truies}) \times (\text{portées/année}) \times \frac{\text{Cycle d'occupation (semaines)}}{\text{52 semaines/année}}$$

Prenons, par exemple, le cycle d'occupation de 5 semaines; le nombre de cases de mise bas s'établit de la manière suivante:

$$100 \text{ truies} \times \frac{2{,}3 \text{ portées} \times 5}{\text{année} \quad 52} = 22{,}1 \text{ cases,}$$

soit en pratique 24 cases

Un deuxième exemple, illustré ci-dessous, fait voir l'augmentation du nombre de cases de

TABLEAU 6. Cycles d'occupation des cases de mises bas dans un local d'une seule pièce constamment occupée

	Cycle de 5 semaines	Cycle de 8 semaines		Cycle de 12 semaines	
Étages	Sevrage hâtif	Sevrage hâtif	Sevrage tardif	Sevrage hâtif	Sevrage tardif
Occupation	1 semaine	1 semaine	1 semaine	1 semaine	1 semaine
Allaitement	3 semaines	3 semaines	6 semaines	3 semaines	6 semaines
Post-sevrage	0	3 semaines	0	7 semaines	4 semaines
Nettoyage	1 semaine	1 semaine	1 semaine	1 semaine	1 semaine

mise bas si le cycle d'occupation est de 12 semaines avec sevrage tardif. Le nombre minimal, pour un troupeau de 100 truies sera alors de:

$$100 \text{ truies} \times \frac{2{,}1 \text{ portées} \times 12}{\text{année} \quad 52} = 48{,}4 \text{ cases,}$$

soit en pratique 50 cases

Calcul des dimensions d'une section de mise bas à pièces multiples

La méthode d'élevage avec une section de mise bas à pièces multiples a prouvé son efficacité comme moyen de lutte contre les maladies et les parasites, durant les premières semaines d'existence du porcelet. Elle consiste à grouper les truies avec leurs portées durant la période de mise bas et d'allaitement. Elle permet un nettoyage complet de chaque pièce après occupation. La méthode convient aux gros troupeaux (plus de 100 truies). Toutefois, elle exige encore plus de soins de la part de l'éleveur. Chaque pièce est assez grande pour être pratique à construire et à ventiler.

Pour le bon fonctionnement d'une section de mise bas à pièces multiples, sans retard en cas d'un deuxième accouplement, on divise l'aire de mise bas en trois ou quatre pièces, isolées les unes des autres et de l'extérieur comme mesure de protection contre la contamination. À la fin de la période, on procède successivement au nettoyage et à la stérilisation de chaque pièce, qui sera ensuite fermée et verrouillée pendant un certain temps. La pièce séchera et s'assainira, sans danger d'une nouvelle contamination, jusqu'à l'arrivée d'un autre groupe de truies qu'on aura lavées en vue de la mise bas. Voir la figure 2 pour un modèle d'aménagement d'une section de mise bas à quatre pièces.

Voyons le fonctionnement de cette méthode. D'abord, on fait accoupler les truies et les jeunes femelles aussitôt qu'elles viennent en chaleur. Ensuite, on note l'ordre prévu de la mise bas des femelles dont la fécondation est confirmée. Dans l'ordre, environ une semaine avant la mise bas, on procède à la toilette des truies, et on les amène dans une pièce propre, jusqu'à ce que toutes les cases soient occupées. Dès qu'une pièce est entièrement occupée, on fait entrer les truies suivantes dans la deuxième, et ainsi de suite. Une semaine avant d'occuper de nouveau la première pièce, on en fait sortir toutes les truies et les porcelets sevrés, et on nettoie le local.

Le bon fonctionnement de cette méthode de roulement repose sur un juste équilibre entre le nombre de truies et l'espace de mise bas disponible, compte tenu de la durée d'occupation des pièces. Donc, si l'exploitation manque de temps pour nettoyer les pièces de mise bas, cela indique qu'il y a plus de truies que ne

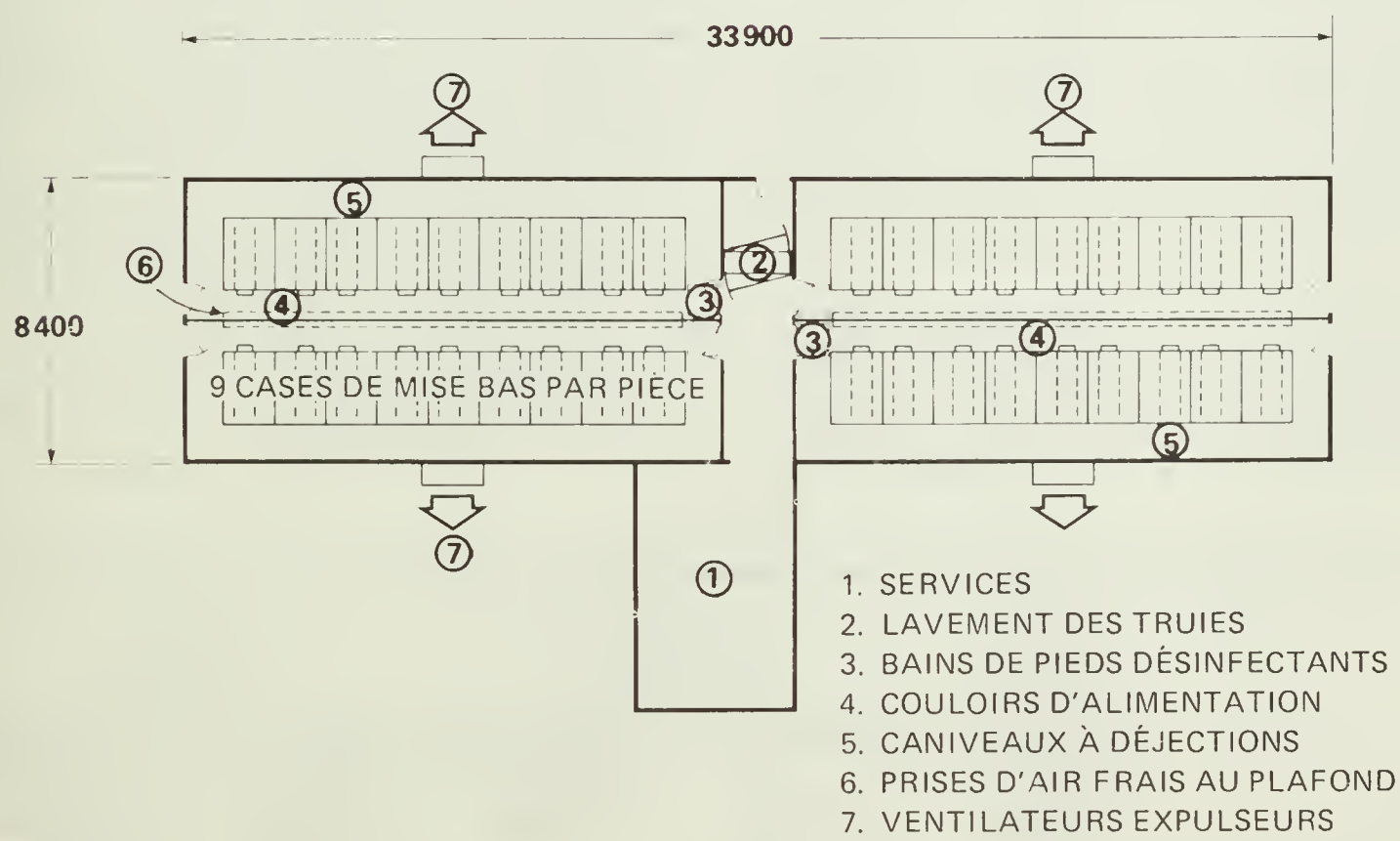


Figure 2 Plan d'une section de mise bas à quatre pièces pour un troupeau de 100 truies, plan à entrée petite

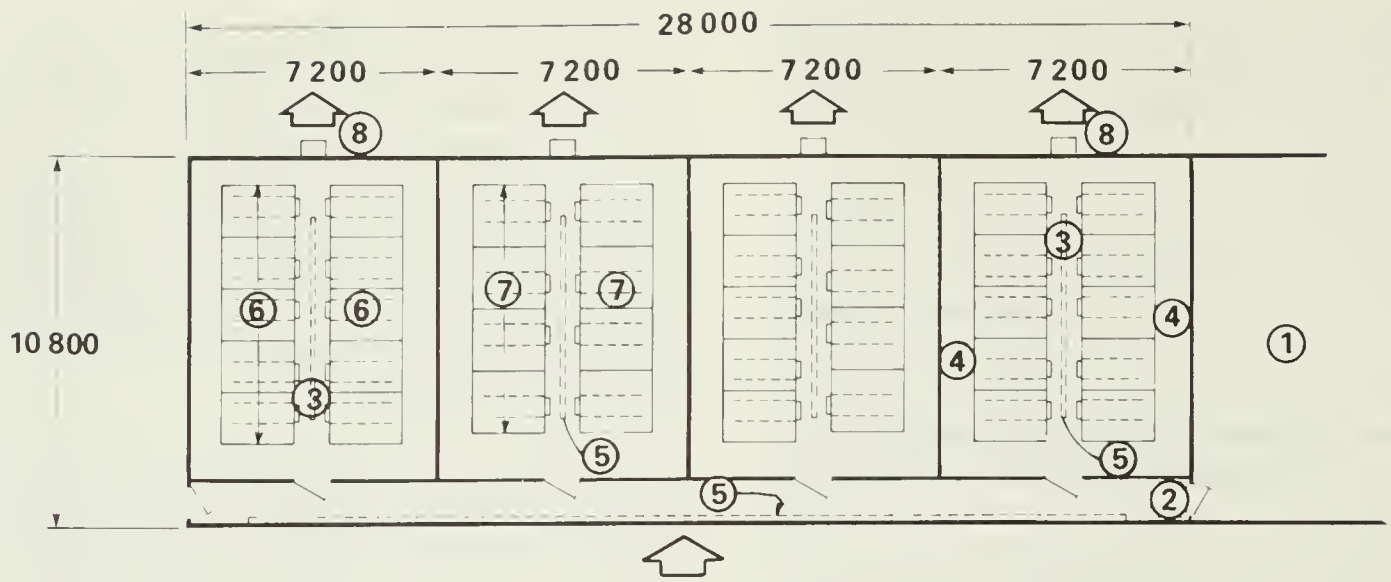


Figure 3 Plan d'une section de mise bas à quatre pièces pour un troupeau de 100 truies, plan à entrée longue

permet le système. Dans ce cas, il lui incombe de réformer les truies surnuméraires.

Pour expliquer cette méthode d'une autre façon, mettons que l'on dispose de quatre pièces de mise bas et que la durée de la période d'occupation soit de 12 semaines. Théoriquement, chaque pièce devrait être entièrement occupée au bout de 3 semaines.

Advenant cependant qu'elles le soient plus tôt (disons en 2½ semaines), le cycle doit être reporté de 12 à 10 semaines. L'exploitant doit donc choisir entre: abréger le temps nécessaire au nettoyage (ce qui n'est pas souhaitable), éliminer certaines truies, ou sortir plus tôt les porcelets sevrés. La réforme des truies médiocres constitue le choix le plus judicieux.

Par contre, si une pièce de mise bas n'est pas entièrement occupée durant le temps prévu (3 semaines, en l'occurrence), il se produit un déséquilibre entre les mises bas et l'espace disponible. Dans ce cas, il faut commencer à utiliser la deuxième pièce même si la première n'est pas encore entièrement occupée, sinon les dernières mises bas dans la première pièce arriveront tardivement et empiéteront sur la période de nettoyage. L'exploitant doit alors accroître le nombre de reproductrices ou améliorer le taux de conception.

Parmi les nombreux cycles auxquels se prête la section à quatre pièces, le tableau 7 en expose cinq. Les données diffèrent de celles du tableau 6: ici, on remarque que la période d'occupation est plus longue; elle prend le quart de la durée totale du cycle. Ainsi, il y a toujours de la place pour la mise bas.

Le nombre de cases de mise bas, pour une centaine de truies, dans un cycle de 6 semaines avec sevrage hâtif, se calcule comme suit:

$$\frac{100 \text{ truies} \times 2{,}3 \text{ portées/année} \times \text{cycle de 6 semaines}}{52 \text{ semaines}} = 26{,}5 \text{ cases}$$

(prévoir 4 x 7 = 28 cases)

TABLEAU 7. Cycles d'occupation des cases de mise bas dans un local à quatre pièces

	Cycle de 6 semaines	Cycle de 8 semaines		Cycle de 12 semaines	
Étages	Sevrage hâtif	Sevrage hâtif	Sevrage tardif	Sevrage hâtif	Sevrage tardif
Occupation	1,5 semaine	2 semaines	2 semaines	3 semaines	3 semaines
Allaitement	3,5 semaines	3 semaines	5 semaines	3 semaines	6 semaines
Post-sevrage	0	2 semaines	0	5 semaines	2 semaines
Nettoyage	1 semaine	1 semaine	1 semaine	1 semaine	1 semaine

Cette méthode exige donc 28 cases, soit quatre de plus que ne demande l'installation à pièce unique. En outre, l'installation à plusieurs pièces occasionne certains frais supplémentaires, dont quatre appareils de ventilation et de chauffage distincts, ainsi qu'un nombre additionnel de portes et de murs.

Le nombre de cases, pour une centaine de truies, dans un cycle de 12 semaines avec sevrage tardif, est le suivant:

$$\frac{100 \text{ truies} \times 2{,}1 \text{ portées/année} \times \text{cycle de 12 semaines}}{52 \text{ semaines}} = 48{,}4 \text{ cases}$$

(prévoir 4 x 13 = 52 cases)

La section de mise bas à trois pièces se prête bien au cycle d'ovulation de la truie, soit 3 semaines. Il est cependant plus difficile d'organiser symétriquement ces trois pièces afin de réduire au minimum la perte d'espace destiné à la circulation.

Calcul des dimensions de la section de post-sevrage (porcelets sevrés)

Certains cycles prolongés (tel celui de 12 semaines indiqué aux tableaux 5 et 6) permettent aux porcelets d'occuper les cases de mise bas et d'allaitement pendant 8 à 10 semaines (ils pèsent alors de 18 à 25 kg) avant d'en être retirés. Ce cycle nécessite des cases à double usage (mise bas et allaitement), conçues de façon à faciliter l'évacuation du fumier et pourvues d'espace libre suffisant pour loger une portée nombreuse de porcelets sevrés. Cette méthode supprime le logement intermédiaire des porcelets sevrés; en outre, elle prévient chez le porcelet le ralentissement de croissance qui accompagne généralement la période d'adaptation à un nouveau milieu.

Le cycle de 12 semaines, sans local spécial pour les porcelets sevrés, est courant chez les petits éleveurs. Toutefois, une section spéciale pour les porcelets sevrés se révèle très économique dans les grandes porcheries. En effet, elle permet de diminuer considérablement la dimension des cases de mise bas, qui sont dispendieuses, et donc d'en comprimer le coût. Elle permet également de réduire les dimensions totales de la section de mise bas, d'allaitement et de post-sevrage, étant donné que l'on peut construire des cases répondant aux besoins particuliers des sujets sevrés.

A ce stade, un grand nombre d'éleveurs réunissent en groupe d'une vingtaine, selon le sexe, les porcs de différentes portées. Selon le tableau 4, on prévoit pour chaque sujet sevré une superficie de 0,2 à 0,3 m^2. Pour 20 porcelets, il faut donc compter: 20 x 0,25 m^2 = 5 m^2. Il faut donc construire des cases d'environ 1,2 m x 4,2 m, ce qui donne 5,04 m^2 ou des cases de 1,5 m x 3,3 m, soit une superficie de 4,95 m^2. La section spéciale pour les porcelets sevrés réduit l'espace total, puisqu'une seule portée sevrée dans la case de mise bas nécessite environ deux fois plus d'espace par tête.

En supposant qu'un troupeau de 100 truies donne une moyenne de huit porcelets par portée, la production annuelle de porcelets sevrés s'établira comme suit:

100 truies x 2,3 portées/année x 8 porcelets sevrés/portée = 1840

Le nombre de cases de post-sevrage pour les porcelets sevrés, âgés de 3 à 10 semaines (soit pendant une période de 7 semaines), à raison de 20 têtes par case, sera comme suit:

$$\frac{1840 \text{ porcelets/sevrés/année} \times 7 \text{ semaines}}{20 \text{ porcelets sevrés/case} \quad 52 \text{ semaines}} = 12{,}9$$

(en pratique, 14 cases)

$$\frac{1840 \text{ porcs en croissance/année}}{20 \text{ porcs en croissance/case}} \times \frac{4 \text{ semaines (période de croissance)}}{52 \text{ semaines}} = 7{,}1 \text{ cases de croissance}$$

$$\frac{1840 \text{ porcs d'engraissement/année}}{10 \text{ porcs d'engraissement/case}} \times \frac{10 \text{ semaines (période d'engraissement)}}{52 \text{ semaines}} = 35{,}4 \text{ cases d'engraissement}$$

Total × 42,5 cases
(en pratique, 44 cases, un nombre pair)

Calcul des dimensions de la section de croissance et d'engraissement

Les cases de 1,5 x 4,8 m sont les plus en usage au stade de la croissance et de l'engraissement. Elles peuvent loger jusqu'à 20 porcs en croissance (0,36 m^2 par porc), ou 10 sujets d'engraissement (0,72 m^2 par porc). Ces cases permettent aussi à l'éleveur de transférer des groupes d'une vingtaine de sujets sevrés dans des locaux de croissance plus spacieux, sans avoir à leur adjoindre de nouveaux sujets, éliminant ainsi une source d'antagonisme et d'agression. Toutefois, les cases de 0,36 m^2 par porc en croissance deviennent vite encombrées. Étant donné que les cases de croissance et d'engraissement sont identiques, on peut alors répartir les porcs par groupes de 10, à raison de 0,72 m^2 par porc, dès que les cases sont disponibles. De cette façon, la section de croissance et d'engraissement est presque continuellement occupée à pleine capacité, tout en permettant une certaine variation numérique. Le calcul de l'espace nécessaire se fait en comptant une période de croissance de 4 semaines (soit de la 10e jusqu'à la 14e semaine) et une période d'engraissement de 10 semaines (de la 14e à la 24e semaine). Selon la figure 1, les porcs peuvent atteindre le poids marchand en moins de 23 semaines. Il s'agit là, cependant, d'un but à atteindre plutôt que d'une moyenne.

D'après les calculs modèles précités et la courbe de croissance (figure 1, page 9), le nombre de cases de croissance et d'engraissement est le suivant:

Dans ce cas, la section de croissance et d'engraissement doit avoir 10,8 m de largeur sur 33,6 m de longueur, soit (22 x 1,5) + 0,6. Cette longueur additionnelle de 0,6 m permet d'ériger des murs d'extrémités et d'allonger la pièce afin que sa longueur totale soit un multiple de 1,2, conformément au système métrique. Des locaux additionnels, affectés à l'approvisionnement et au triage, sont habituellement aménagés à l'une des extrémités du bâtiment ou en son milieu, s'il est d'une longueur suffisante pour être divisé en deux.

IV. AMÉNAGEMENT DES CASES POUR L'ÉLEVAGE EN CLAUSTRATION

Accouplement et gestation

La production porcine dépend de l'aménagement des cases d'accouplement et de gestation, et une bonne gestion de cette section de la production constitue l'élément clé qui peut assurer la rentabilité de toute l'entreprise. Les éleveurs doivent s'efforcer d'obtenir un taux de conception de 85% ainsi qu'une production annuelle de 18 porcelets sevrés par truie. Il existe certains facteurs importants qui, dans le cadre de la gestion d'une porcherie, peuvent accroître le taux de conception, savoir:

Des études ont démontré qu'un *éclairage* fonctionnant pendant 15 à 18 heures par jour permettait d'atteindre le taux de conception optimal. L'aménagement de fenêtres, dans une section d'accouplement spécialisée, peut offrir l'éclairage quotidien voulu au début de l'été, mais, durant les autres saisons, la lumière du jour sera insuffisante. En outre, durant la saison hivernale, l'installation de fenêtres d'un modèle courant entraînera un gaspillage d'énergie qui surpassera l'économie réalisée au cours de la brève période de printemps et d'été, lorsque ces fenêtres laissent entrer la lumière du jour. Par conséquent, il est préférable de supprimer les fenêtres et d'utiliser un éclairage électrique à minuterie.

Les truies et les jeunes femelles reproductrices doivent être divisées en groupes compatibles dans une section d'accouplement spéciale où les cases contenant les verrats alternent avec celles qui contiennent les truies. Cet aménagement facilite les contacts habituels entre les animaux qui peuvent améliorer le rendement des accouplements.

On doit alterner les *verrats* chaque semaine dans la section d'accouplement, car cela permet de varier les contacts entre truies et verrats.

Les *cloisons* séparant les verrats des truies d'élevage doivent être pourvus de claires-voies à ouvertures verticales afin de faciliter la communication entre les cases. Il n'est pas recommandé d'installer des cloisons solides, horizontales et élevées, fabriquées en béton ou en planches.

Le nombre de *blessures aux pieds et aux pattes*, surtout dans le cas des verrats, peut être diminué si les planchers des cases sont fabriqués en béton, revêtement sec et non glissant. De plus, il faut faire passer

régulièrement les verrats par un couloir où a été aménagé un pédiluve peu profond. Ce dernier doit renfermer une solution de sulphate de cuivre ou de formol à 10%.

Il est préférable de recourir à *l'accouplement individuel contrôlé* plutôt qu'à l'accouplement en groupe. Lorsque deux verrats ou plus sont placés dans une même case, il faut utiliser un enclos d'accouplement particulier d'au moins 2,1 m de large, dont le plancher est non glissant (c'est-à-dire recouvert de béton à texture ou de sable). Un accouplement double, au cours de chaque période de chaleur, permet d'améliorer le taux de conception.

Après l'accouplement, les truies doivent être rationnées afin d'empêcher un gain de poids excessif. Des stalles pour alimentation restreinte, mesurant de 400 à 450 mm de large, peuvent être utilisées; elles sont situées à l'avant des cases de gestation (voir la figure 4). Comme ces stalles doivent être assez étroites pour ne recevoir qu'une seule truie debout, elles sont, par le fait même, trop petites pour que la truie puisse y dormir. L'aménagement de ces cases additionnelles dans de nouvelles installations est dispendieux, et, par conséquent, on dispose de plus en plus souvent en rangée les cases à salles (figure 6) ou les stalles à entraves (figure 7) qui, de préférence, sont l'une en face de l'autre.

Il faut vérifier, à intervalles réguliers, si les femelles saillies sont en période de gestation. Une méthode consiste à faire passer un verrat devant les cases ou les stalles de truies chaque jour.

La figure 5 montre un modèle populaire de case d'accouplement et de gestation pouvant loger un verrat, cinq ou six jeunes truies, ou bien jusqu'à cinq truies adultes. Au cours de la période de gestation, il est préférable de loger les truies dans une case collective, surtout les jeunes truies fécondées pour la première fois, plutôt que de les placer dans des cases à stalles ou des stalles à entraves. L'alimentation au sol (sans litière) convient parfaitement aux truies en gestation. Toutefois, comme les truies, adultes et jeunes, sont normalement agitées et agressives à l'époque de l'accouplement, elles souillent le plancher. Il est donc préférable de pourvoir les cases de trémies individuelles suspendues à l'avant de l'enclos, comme le montre l'illustration.

Les troupeaux d'élevage produisent une quantité considérable de déjections; aussi, la facilité de nettoyage et d'évacuation des cases d'accouplement et de gestation constitue un autre critère important qui s'impose pour laisser à l'éleveur le temps de vaquer aux occupations importantes, soit de surveiller les porcs, les déplacer, voir aux accouplements et tenir les registres. La figure 5 illustre deux méthodes convenables d'évacuation du fumier.

Certains éleveurs préfèrent les stalles individuelles (figure 6) parce qu'elles permettent

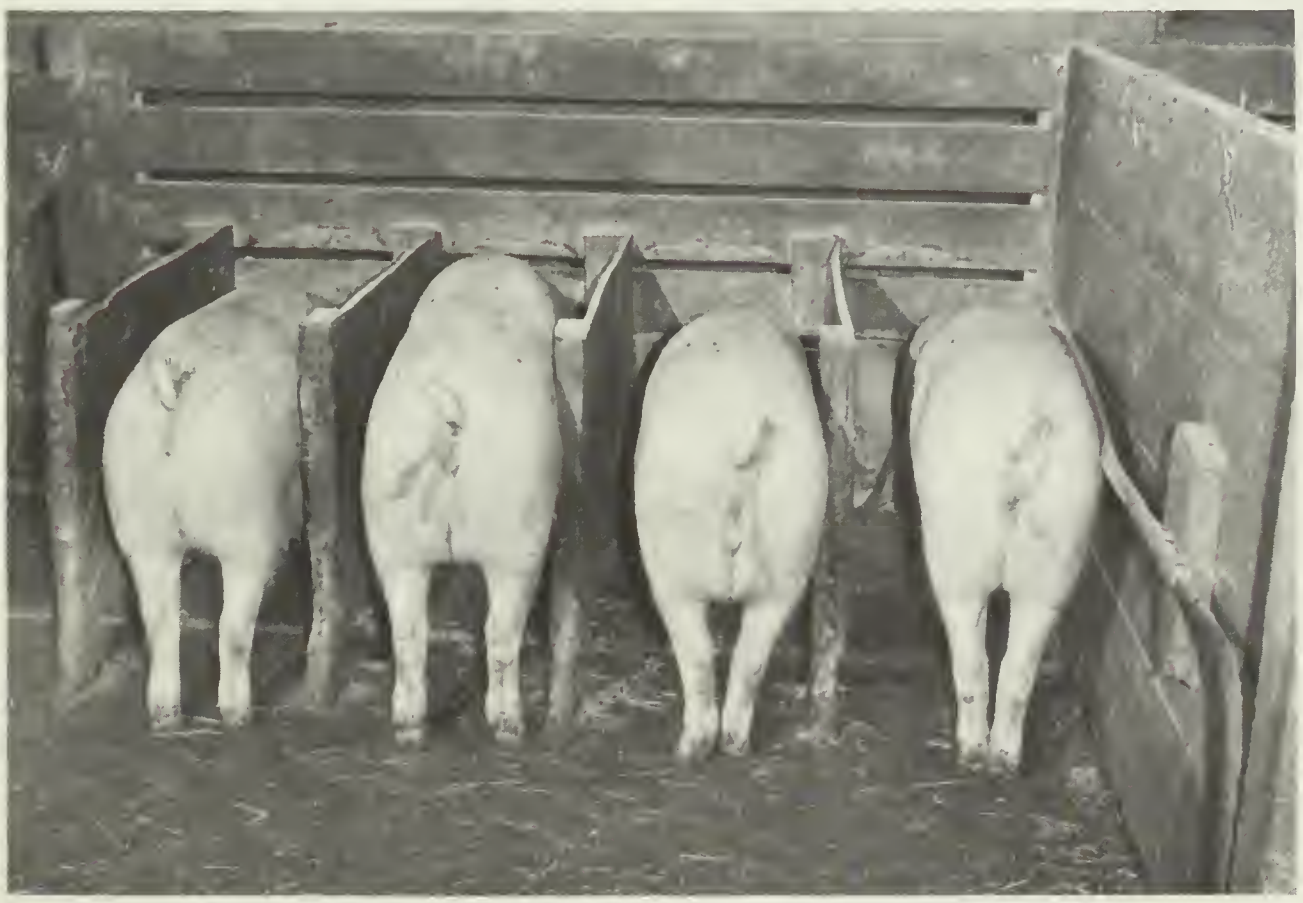


Figure 4 Stalles destinées aux truies soumises au rationnement, dans les cases de gestation

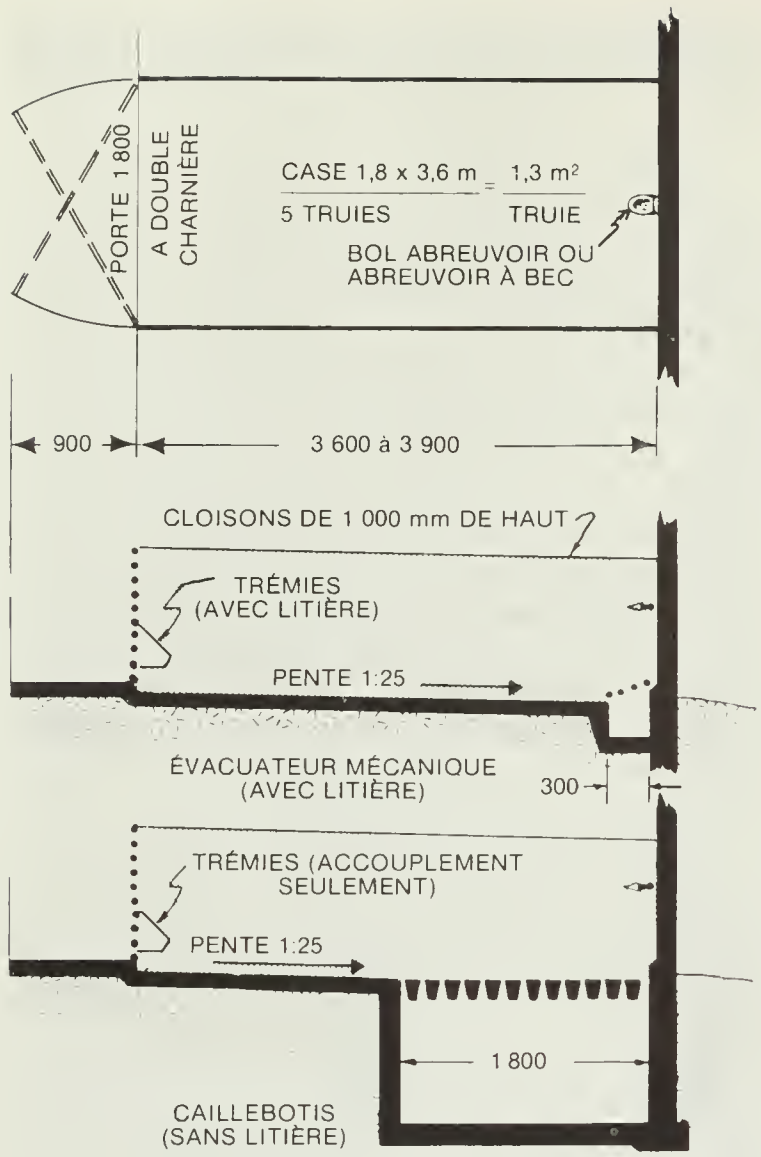


Figure 5 Case collective d'accouplement et de gestation, avec deux systèmes d'évacuation des déjections

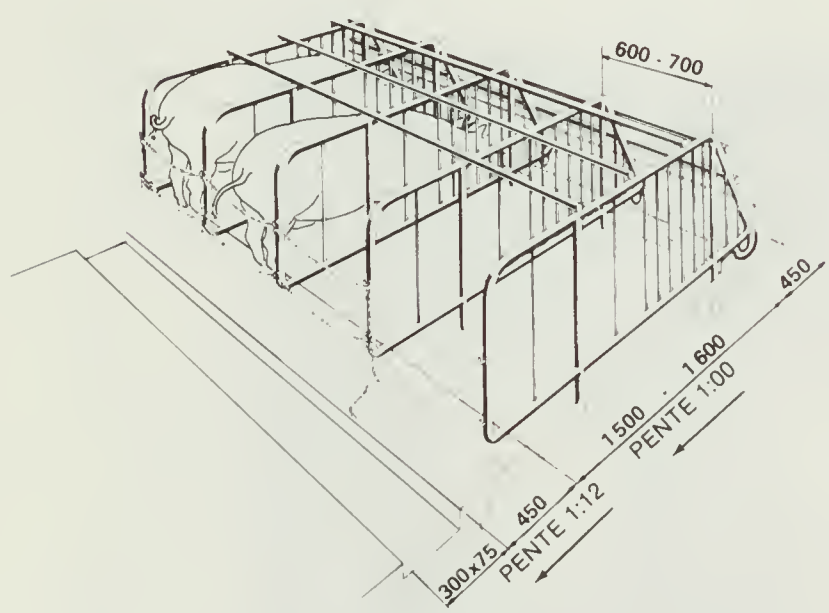


Figure 6 Stalle individuelle pour cases d'accouplement et de gestation

de contrôler plus rigoureusement la consommation, et qu'elles préviennent la rivalité à l'auge et les agressions durant les périodes d'accouplement et de gestation. Certains éleveurs emploient les stalles pour nourrir, à tour de rôle, des groupes restreints de truies (système cafétéria). Cette méthode diminue les dépenses, et exige plus de main-d'oeuvre pour le déplacement des truies. En outre, elle se prête plus ou moins bien à la constatation du rut, et elle n'est donc pas toujours pratique pour le logement des truies, jeunes et adultes, non saillies.

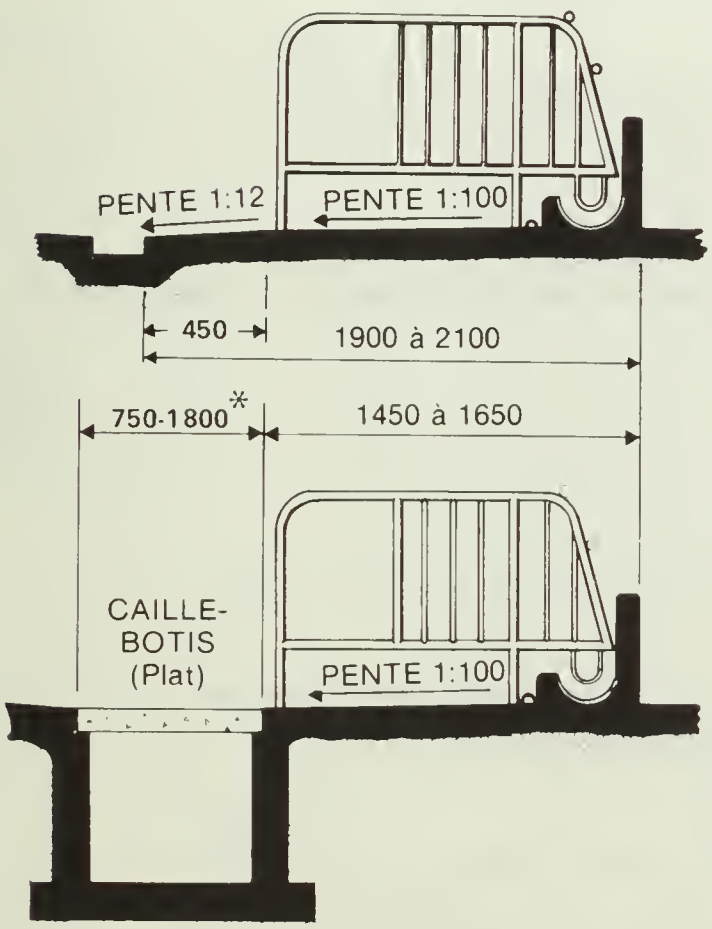
Les stalles à entraves ont été mises au point afin de simplifier le matériel. Le fait d'attacher la truie par le cou ou les épaules dispense d'allonger et de hausser les cloisons de la stalle, et permet de supprimer la barrière à l'arrière. Les premiers essais d'entrave, au moyen d'un licou souple, ont donné de piètres résultats; en effet, à cause de la forme du cou et de la tête de la truie, il fallait trop serrer le dispositif. Un autre mode d'attache consiste à ceinturer le porc d'une courroie juste à l'arrière des épaules. Cette méthode exige un point d'attache au sol, situé plus à l'arrière de la stalle, que ne l'exige la méthode du licou. Les meilleurs résultats (voir la figure 7) ont été obtenus grâce à l'utilisation des boucles solides et des sangles en nylon des ceintures de sécurité pour automobiles.

Les systèmes d'alimentation et d'abreuvement sont les mêmes dans les cas des cases avec stalles d'alimentation et des stalles à entraves. Les fabricants vendent des auges et des abreuvoirs appropriés aux deux genres, mais on peut se dispenser de ce matériel si une bonne auge est aménagée dans le plancher de béton. Il faut que l'auge soit lisse et résistante, avec les angles arrondis, afin que la truie puisse la nettoyer à fond. Il est bon de revêtir l'intérieur de l'auge d'une moitié de tuyau en argile vernissée de 250 à 300 mm de diamètre, coupé longitudinalement. Une auge continue, installée de niveau dans le béton, peut desservir toute une rangée de stalles. Une soupape à flotteur protégée et un clapet d'arrêt sont ajustés de façon à maintenir environ 40 mm d'eau fraîche dans l'auge en tout temps.

Pour l'alimentation, il faut placer une écopée calibrée de pâtée sèche devant chaque truie. L'eau que renferme l'auge détrempe rapidement l'aliment, réduisant ainsi le gaspillage et la poussière.

Dans le cas des cases à stalles (figure 6) ou des stalles à entraves (figures 7 et 8), on peut utiliser une litière si le système d'évacuation du fumier est approprié. Le fumier peut être retiré du caniveau avec une pelle; on peut également installer un évacuateur mécanique s'il est possible d'aménager le caniveau en rectangle.

Figure 7 Stalles à entraves pour truies en gestation



*Pour 2 rangées de stalles, dos à dos

Figure 8 Stalles à entraves pour truies à sol plein ou en caillebotis

Les déjections peuvent mieux s'écouler vers le caniveau situé au fond de la stalle si le plancher de cette dernière est incliné des deux côtés; toutefois, un plancher à trop forte inclinaison peut causer le prolapsus de l'utérus. L'aménagement d'un plancher de béton en pente à l'arrière des stalles (figure 8B) remplace adéquatement un système d'évacuation du lisier sans litière tout en économisant la main-d'oeuvre. En outre, avec cette méthode, il n'est pas nécessaire d'aménager une pente au fond des stalles. Les cases à stalles et les stalles à entraves ont une largeur de 600 à 700 mm, ce qui comprend les cloisons en tubes de fer.

Les stalles à entraves ne conviennent habituellement pas aux jeunes truies; ces dernières n'ont pas encore passé par la mise bas et la claustration qu'elle impose. Il arrive que certaines truies n'acceptent pas facilement les stalles à entraves et qu'elles résistent jusqu'à se blesser. Aussi, il est préférable d'aménager, dans la section d'accouplement et de gestation, à la fois des stalles et des cases collectives. La figure 9 illustre un plan de logement pour une centaine de truies.

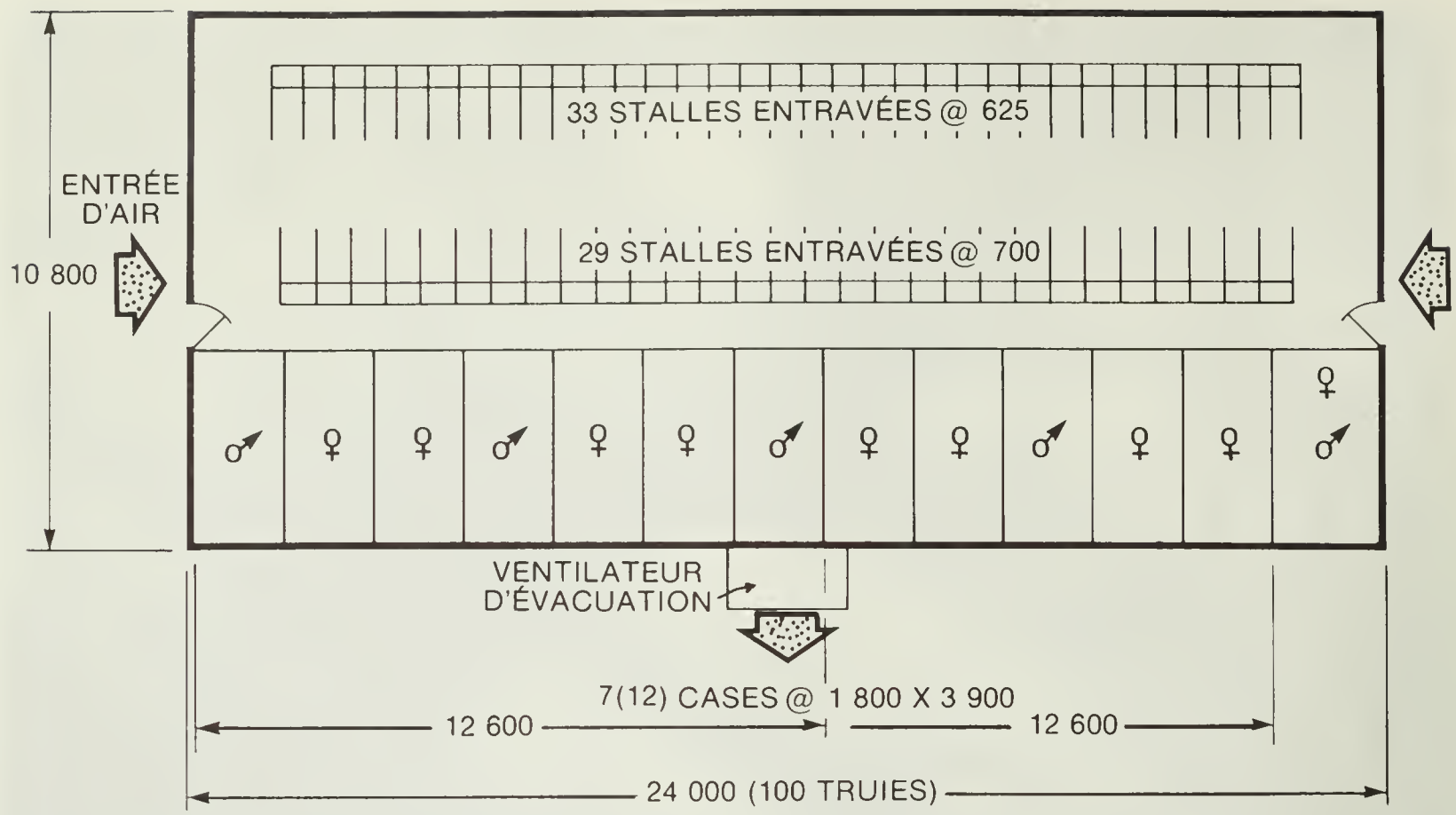


Figure 9 Plan d'une section d'accouplement et de gestation avec stalles à entraves pour truies en gestation, et cases pour jeunes truies ou verrats de reproduction

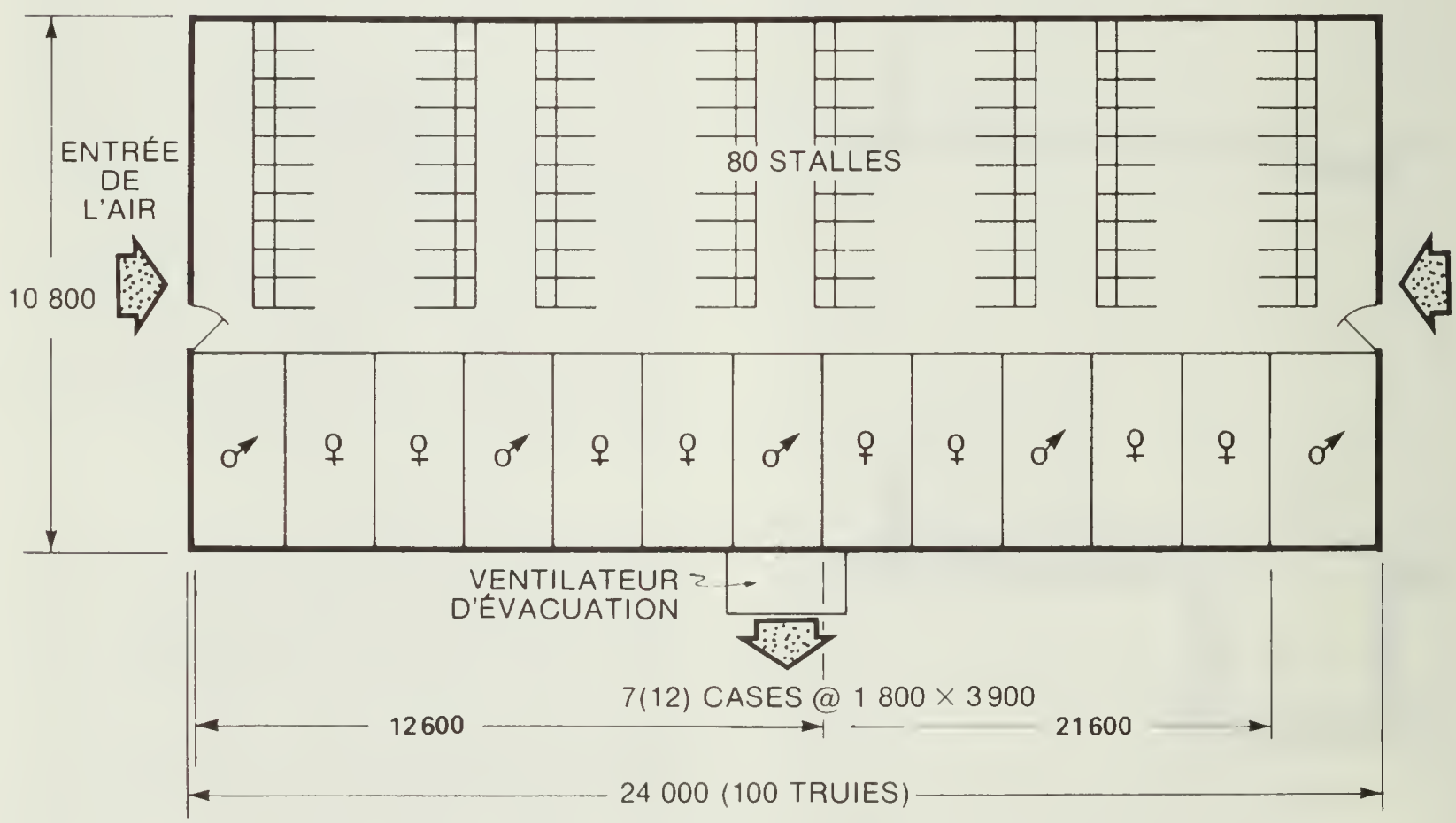


Figure 10 Plan d'une section d'accouplement et de gestation avec stalles ou cases à entraves pour truies, et cases pour jeunes truies ou verrats

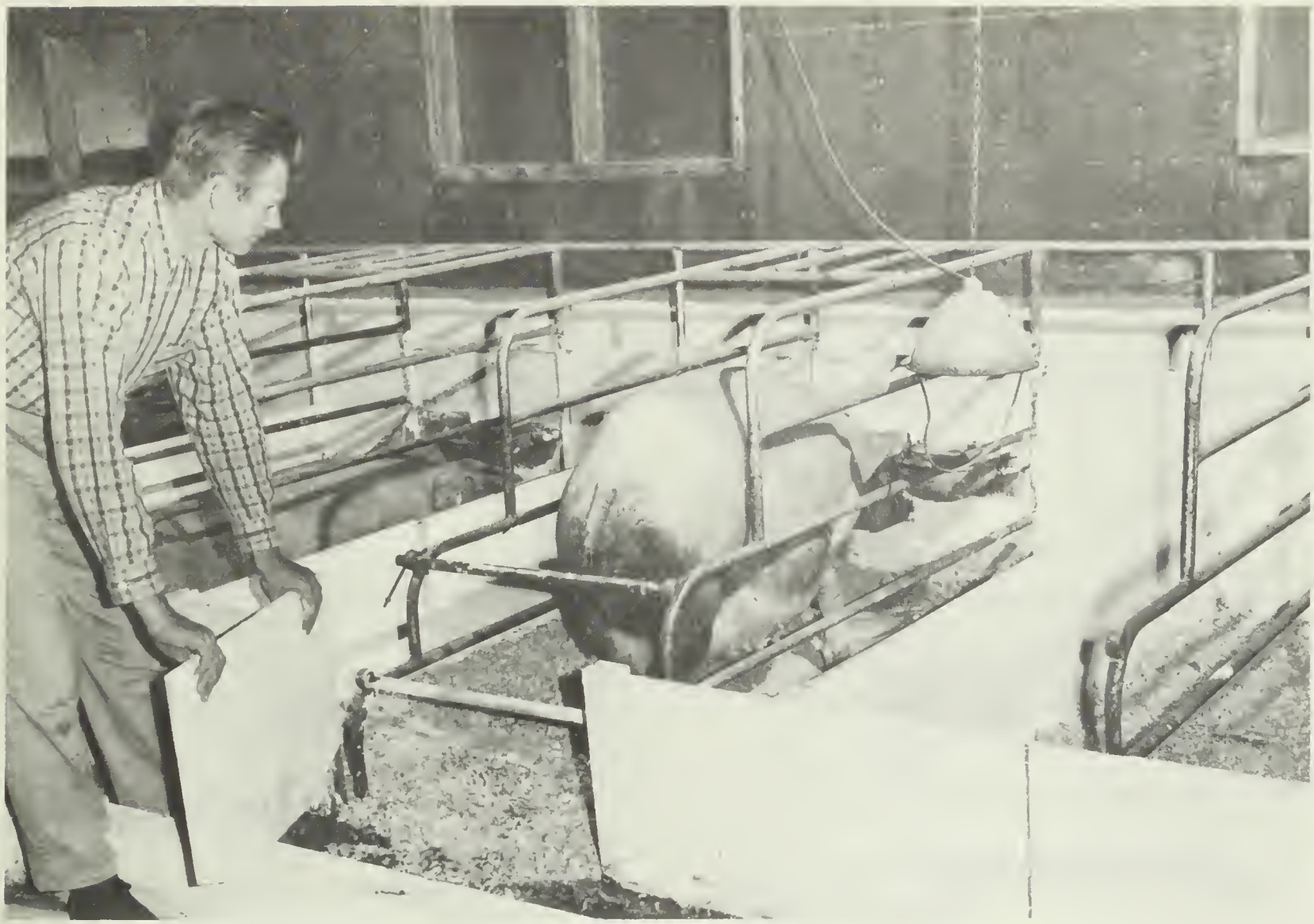


Figure 11 Case de mise bas avec compartiment latéral muni d'une lampe chauffante avec dispositif protecteur

Cases de mise bas

La case de mise bas doit assurer la claustration de la truie et son approvisionnement en nourriture et en eau. Le porcelet naissant a besoin d'un surcroît de chaleur, et d'une protection pour ne pas être écrasé par la truie. La truie et les porcelets ont besoin d'un endroit sec et confortable pour se coucher; le plancher sera donc incliné ou muni d'un caillebotis, afin d'y empêcher l'accumulation des liquides.

Le compartiment chauffé pour les porcelets fait partie intégrante de tout bon modèle de case de mise bas. Il encourage ces derniers à quitter la truie après la tétée, à la recherche d'une chaleur beaucoup plus élevée que celle exigée par la truie. Le compartiment des porcelets est habituellement pourvu d'un plancher de béton isolé (voir le chapitre VI). Des lampes chauffantes (voir la figure 10) ou des radiateurs électriques suspendus au plafond constituent les sources ordinaires de chaleur des compartiments. Depuis l'apparition de la lampe radiante à tube de quartz, élément pratique et de grande sécurité, les autres modes de chauffage perdent de la vogue.

Il existe un trop grand nombre de modèles de cases de mise bas pour que nous puissions en faire ici la description complète. Cependant, tous peuvent se grouper en deux genres, selon que le compartiment chauffé pour les porcelets est situé à côté ou en avant de la truie.

Les figures 11 et 12 illustrent des modèles de cases de mise bas avec compartiment latéral. La figure 12 expose deux genres de cases de mise bas et trois méthodes d'évacuation du fumier; il est également possible d'effectuer d'autres combinaisons de ces différentes méthodes. Les modèles A et B indiqués à la figure 12 montrent une case de mise bas commerciale où la truie est tenue captive de tous côtés, y compris d'en haut. Ces cases peuvent habituellement être ajustées par l'arrière afin d'accueillir des truies de différentes longueurs. Les dimensions de la case peuvent être ajustées grâce à des tuyaux courts ou à des chaînes accrochées ou suspendues à différents endroits sur la partie arrière de la case. Pour simplifier le déplacement des truies, certains fabricants produisent des cases dont la porte arrière est amovible.

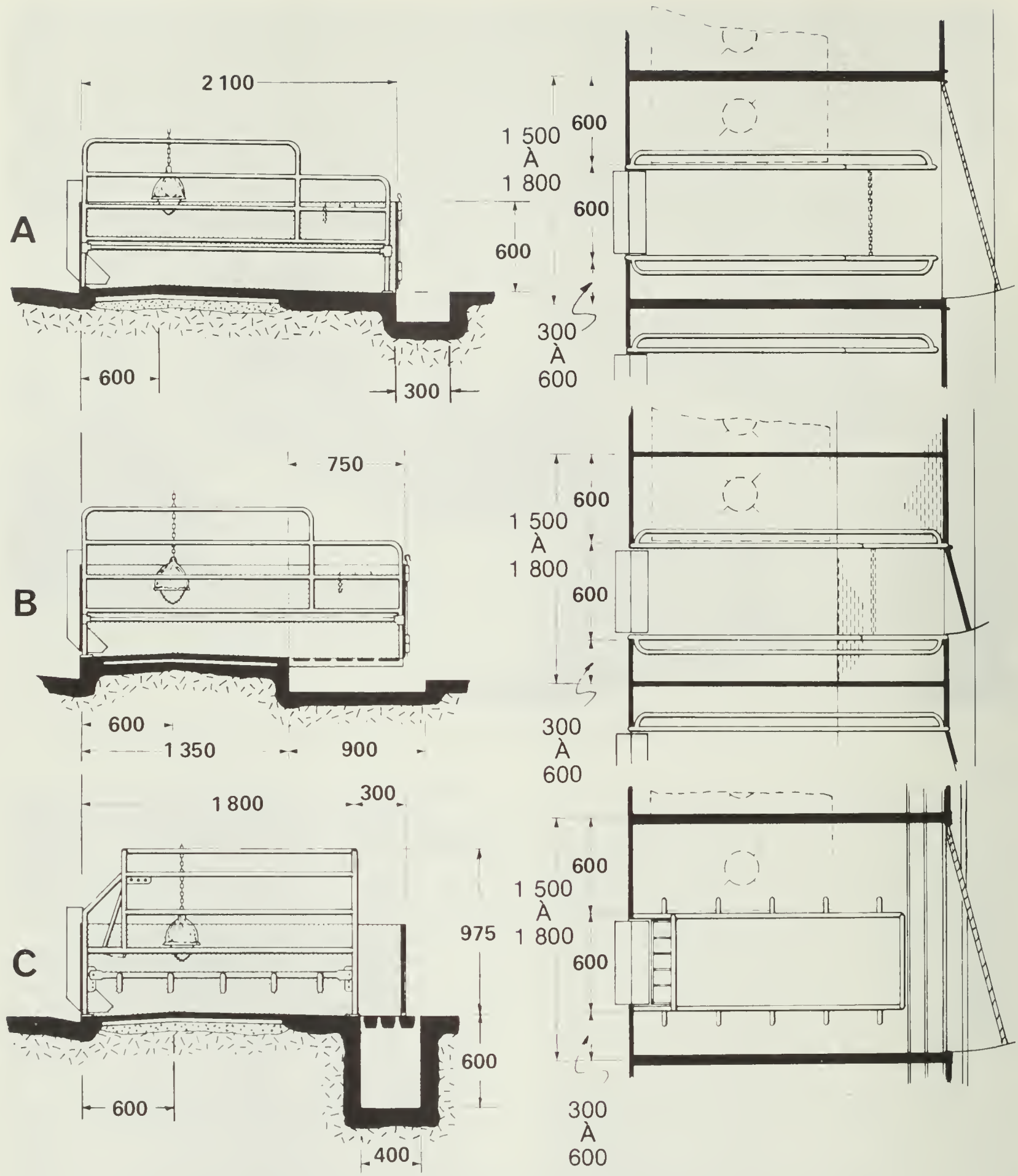


Figure 12 Cases de mise bas avec compartiments latéraux

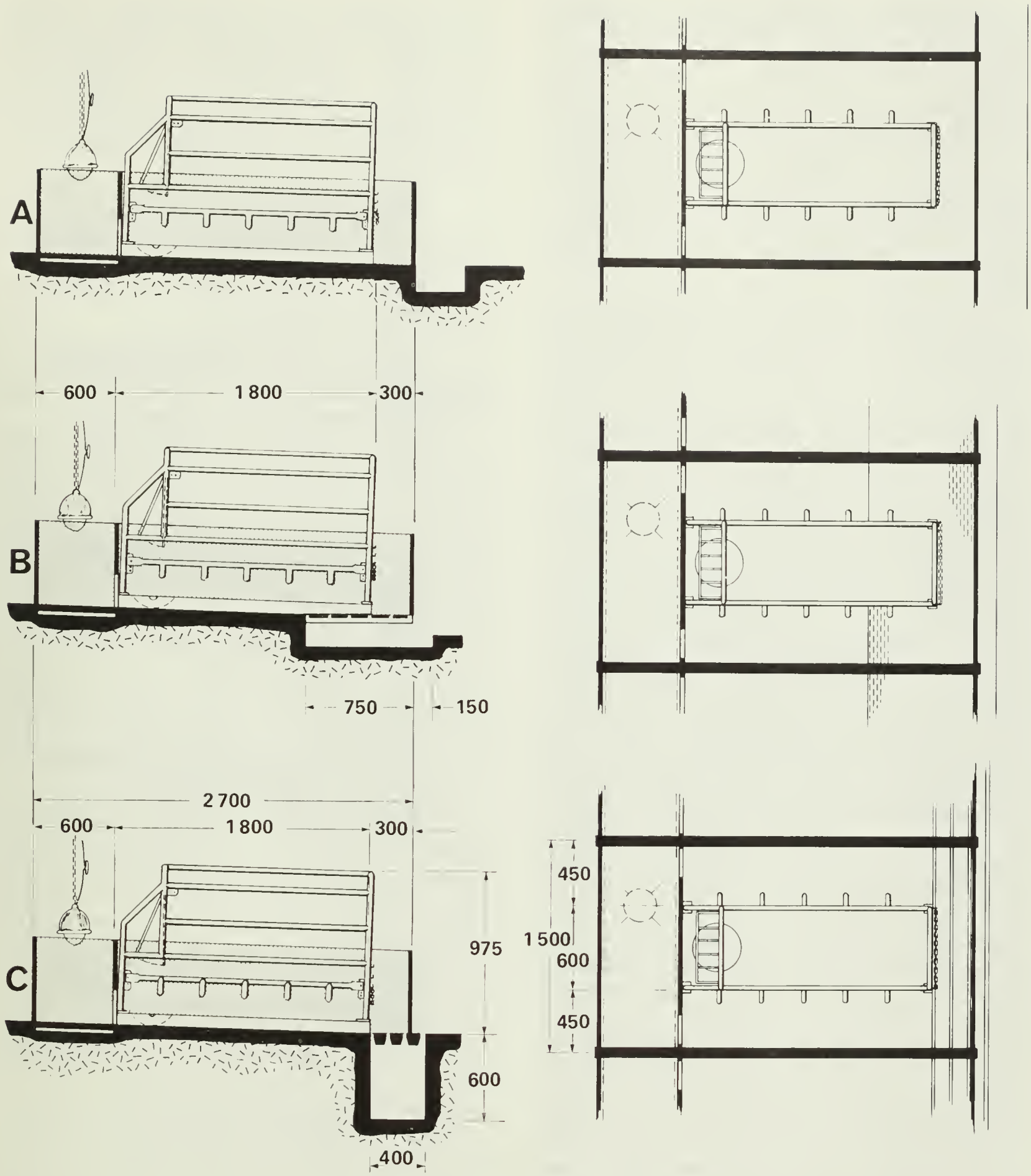


Figure 13 Cases de mise bas avec compartiments à l'avant

La figure 12C montre une case de mise bas dont l'avant et non l'arrière est amovible. Une petite barrière montée sur pivot se trouve en face de la truie; cette barrière pousse lentement la truie vers l'arrière de la case sauf lorsqu'elle s'avance pour s'alimenter ou s'abreuver. Ainsi, les déjections souillent une plus petite surface de la case, ce qui permet de diminuer la surface de plancher avec caillebotis. On peut donc loger des truies de différentes tailles en déplaçant les chevilles de la barrière avant.

Les cases de mise bas avec compartiment latéral occupent une superficie de 1,5 à 1,8 m de largeur sur 2,1 m de longueur. Cette largeur minimale de 1,5 m ne convient que si le sevrage est hâtif, soit vers l'âge de 3 à 4 semaines. Dans les cases de largeur inégale (300 mm sur 600 mm), on peut aménager un compartiment chauffé avec un plancher isolé sur un côté de chaque case. Il faut placer les compartiments chauffés de plus grande dimension de telle manière qu'ils soient situés côte à côté; cet agencement permet une utilisation plus rationnelle des lampes chauffantes ou des autres dispositifs de chauffage, et simplifie également l'installation des prises électriques au plafond. Le caillebotis en porte-à-faux (figures 12B et 13B) a été mis au point afin de faciliter l'évacuation fréquente du fumier et de profiter des avantages sanitaires que présentent les caillebotis. On utilise un racloir spécial orientable vers la droite ou la gauche, et fixé sur un manche tubulaire à paroi mince, pour pousser le fumier hors de la section de mise bas. Certains éleveurs réussissent à réduire au minimum la main-d'oeuvre et les odeurs nauséabondes en laissant reposer les déjections liquides dans l'égout pendant une journée ou deux, pour ensuite les évacuer. Le caillebotis amovible repose sur des cornières boulonnées aux cloisons des compartiments pour porcelets et(ou) des barreaux en acier encastrés dans le plancher en béton de la stalle. Pour construire les caillebotis, on peut utiliser des profilés d'acier galvanisé à trous poinçonnés, des grilles de béton armé, des toiles métalliques, du métal déployé à revêtement plastique ou des lames d'aluminium, d'acier inoxydable et de fibre de verre. Pour obtenir d'autres précisions, veuillez consulter le plan du Service des plans du Canada et la brochure 3801.

Si on utilise un système d'évacuation du lisier (sans litière), il est possible de se servir de caillebotis en béton avec un caniveau profond (voir la figure 12C).

Les truies peuvent boire à un bol abreuvoir ou à un abreuvoir à bec placé de préférence directement au-dessus de la trémie. On doit encourager les porcelets à se nourrir et à s'abreuver à un âge précoce en installant une trémie et un abreuvoir spécial. Même si la canalisation est plus facile à raccorder à l'avant, l'abreuvoir des porcelets devrait être situé près du caniveau à l'arrière.

La figure 13 illustre trois modèles de cases de mise bas avec compartiment des porcelets à l'avant; les modèles figurent ensemble pour montrer leur dimension commune, soit approximativement 1,5 m sur 2,7 m.

Le compartiment à l'avant exige un peu plus d'espace, mais il permet d'y élever la température pour le confort des porcelets sans que la truie en soit incommodée.

Par ailleurs, avec le compartiment des porcelets à l'avant plutôt que sur le côté, il n'est pas aussi facile de faire l'égouttement vers l'avant. Par conséquent, la pente est toute vers l'arrière. Toutefois, l'eau répandue par la truie rend humide et malpropre son gisoir. Pour remédier à cette situation, il suffit de surélever cet espace au moyen d'une dalle de béton. Lorsque la truie est ainsi couchée au sec, les mammelles restent propres et les nouveau-nés s'allaitent volontiers. Il arrive parfois qu'une portée faible ait besoin que l'on ajoute, le long de la dalle de béton, un madrier pour le premier ou les deux premiers jours.

Les cases à compartiment à l'avant et à compartiment latéral, illustrées ci-après, ne peuvent que servir à la mise bas. Les petits éleveurs (ayant moins de 20 truies) préfèreront peut-être utiliser une case à usages multiples pouvant servir aux verrats de même qu'à la gestation, la mise bas, le post-sevrage ou l'engraissement. Une méthode consiste à construire des cases d'environ 1,5 m sur 3,6 m, pour ensuite les transformer en cases de mise bas grâce à l'addition d'une cage portative. Cette cage commerciale en acier (voir les figures 12A ou 12C) doit être boulonnée à un panneau double de contreplaqué de 18 mm d'épaisseur, légèrement plus long et plus large que la cage. Ainsi, cette dernière peut être, au besoin, placée ou enlevée de la case. Le poids de la truie sur le contreplaqué empêche la cage de bouger.

Cases de post-sevrage

Tel qu'indiqué précédemment, une case de post-sevrage peut suffire à une vingtaine de porcelets sevrés. Une case de 1,2 m sur 3,6 m,

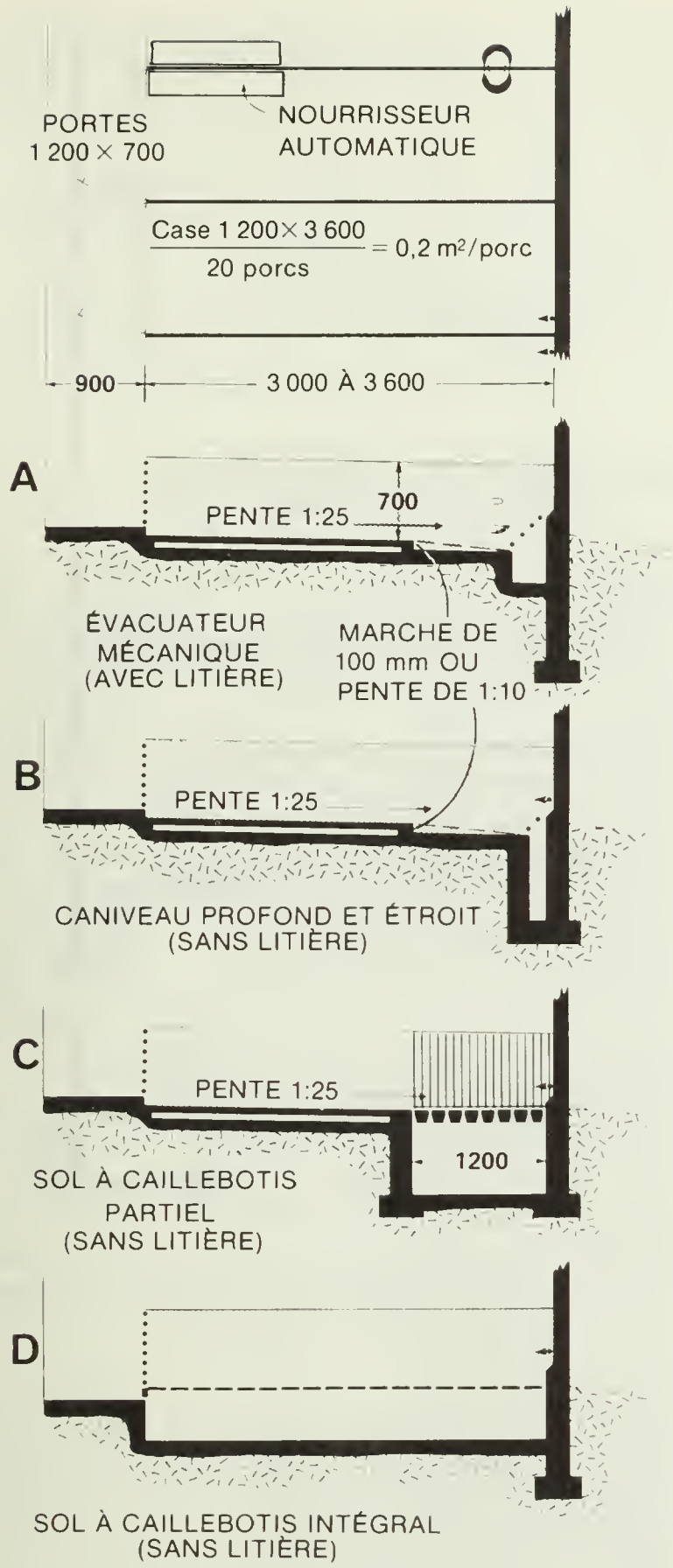


Figure 14 Cases pour porcelets sevrés, avec quatre systèmes différents d'évacuation des déjections

comme celle de la figure 14, donne à chaque porc une superficie de 0,2 m².

L'alimentation des porcelets sevrés peut se faire au moyen d'une trémie placée sur le devant de la case (voir la figure 14A); on transporte les rations à l'aide d'un chariot. En l'absence de litière, on peut utiliser la méthode de l'alimentation au sol en distribuant les aliments du chariot au moyen d'une écope à mesurer. Cette méthode exige moins d'équipement et favorise chez les porcs des habitudes de propreté. Les nourrisseurs automatiques, tels que ceux qu'utilisent les importantes porcheries de croissance et d'engraissement, n'ont ordinairement pas leur place dans les sections des porcelets sevrés.

Les vétérinaires préconisent des cloisons pleines pour prévenir la contagion; néanmoins, les cloisons ajourées atténuent la nervosité chez les porcs agressifs et revêches. Il est toutefois indispensable que la porte de devant soit à claire-voie, en mailles d'acier ou autre matériau ajouré analogue, pour assurer une bonne ventilation.

La figure 14 illustre quatre systèmes différents d'évacuation des déjections. La tendance actuelle est à l'augmentation de la surface des caillebotis dans les cases de post-sevrage, et un plancher entièrement composé de caillebotis (figure 14D) constitue évidemment le maximum recommandable. Les porcelets sevrés doivent être gardés très propres afin de se maintenir en santé, et les caillebotis fournissent la seule méthode certaine pour assurer leur propreté.

On effectue actuellement des essais concernant un large éventail de matériaux servant à l'aménagement de plancher en caillebotis, notamment de l'acier galvanisé (déployé, des lattes en bois dur, des grilles en béton armé et des profilés canulés en acier galvanisé munis de trous poinçonnés. Le caillebotis idéal est durable, autonettoyant, non glissant, confortable et peu dispendieux. On n'a pas encore trouvé de plancher réunissant toutes ces conditions, sinon toutes les cases seraient maintenant construites de la même façon. Pour les cases de post-sevrage dont tout le plancher est sur caillebotis, il faut placer un plancher temporaire solide (par exemple, en panneaux de contreplaqué); au-dessous du nourrisseur automatique, lorsque les porcelets sevrés y sont installés. Ce plancher temporaire peut être enlevé dès que des déjections commencent à s'y accumuler.

Les porcs nouvellement sevrés ont besoin d'une chaleur uniforme (pas moins de 21°C) ainsi que d'un sol chaud. Le sol doit être isolé dans l'espace où les porcs se reposent. Un chauffage complémentaire est nécessaire en hiver. Les lampes radiantes au quartz, suspendues au plafond, fournissent la chaleur et le confort nécessaires. Il s'agit là d'un système facile à installer et à régler, mais qui convient uniquement au chauffage électrique.

On peut également installer un câble chauffant ou une canalisation d'eau chaude noyée dans la dalle isolée du plancher. Pour obtenir plus de précisions, veuillez consulter, au chapitre VII, les méthodes de chauffage complémentaires.

Cases de croissance et d'engraissement

La case de croissance et d'engraissement peut mesurer 1,5 m sur 4,8 m et peut loger 20 porcs en croissance, à raison de 0,36 m^2 par tête, ou 10 porcs à l'engraissement, à raison de 0,52 m^2 chacun. Bien entendu, cette grandeur n'est pas de rigueur, mais il importe de s'en tenir à ces proportions; en effet, la case longue et étroite, plutôt que carrée, favorise les habitudes de propreté chez les porcs. Les porcs sont plus propres lorsque le plancher est ajouré, mais ils s'infligent moins de blessures aux pattes et nécessitent moins de fourrage pour engraisser si seulement une partie du plancher est sur caillebotis (réf. 6).

La figure 15 montre trois méthodes d'alimentation. Le distributeur commercial d'aliments liquides consiste en une auge continue au niveau du plancher. Une cloison en zigzag, fixée au-dessus de l'auge, sépare les cases voisines et prévoit une place d'alimentation pour chaque porc, ce qui diminue la rivalité à l'auge. La nourriture liquide est pompée d'un poste central de mélange, et est dispensée dans chaque auge double au moyen d'un tuyau muni d'une buse, semblable à celui des postes d'essence. Cette méthode élimine les abreuvoirs et se combine bien au système de plancher en caillebotis qui permet d'évacuer le lisier. Par contre, le coût du mélangeur et de la canalisation distributrice étant relativement élevé, cette méthode n'est pratique que dans les très grandes entreprises.

Pour l'alimentation restreinte, rien de moins compliqué et dispendieux que de servir la nourriture au sol à partir d'un chariot et avec une écope. On peut également mécaniser l'alimentation au moyen d'un convoyeur pourvu d'un appareil mesureur à vidange automatique au-dessus de la partie antérieure de chaque case (voir la figure 14C).

Toutefois, cette méthode d'alimentation comporte des inconvénients, savoir: poussière, gaspillage, propagation possible de l'entérite et surveillance insuffisante des porcs. Les aliments granulés aident à prévenir la poussière et le gaspillage.

Lorsque l'alimentation n'est pas restreinte, on peut employer des trémies qui sont habituellement installées par paires, dos à dos, toutes les deux cloisons. Il est préférable de choisir la trémie la plus étroite possible afin de ménager un espace précieux dans la case, et de la placer près du coin à l'avant de chaque case, pour favoriser la propreté dans l'aire de couchage et d'alimentation. Les aliments sont acheminés au moyen d'une vis sans fin ou d'un convoyeur à chaîne suspendu au plafond de la ferme et munis de chutes verticales avec un dispositif réglant la quantité d'aliments dans les trémies. Pour les aliments ayant une forte teneur en humidité, il faut allonger les chutes verticales pour éviter qu'ils ne séjournent dans les trémies et se détériorent.

Le bol abreuvoir ou l'abreuvoir à bec peut servir à distribuer l'eau. Ce dernier prend de la vogue parce qu'il ne se souille pas. Afin d'éviter

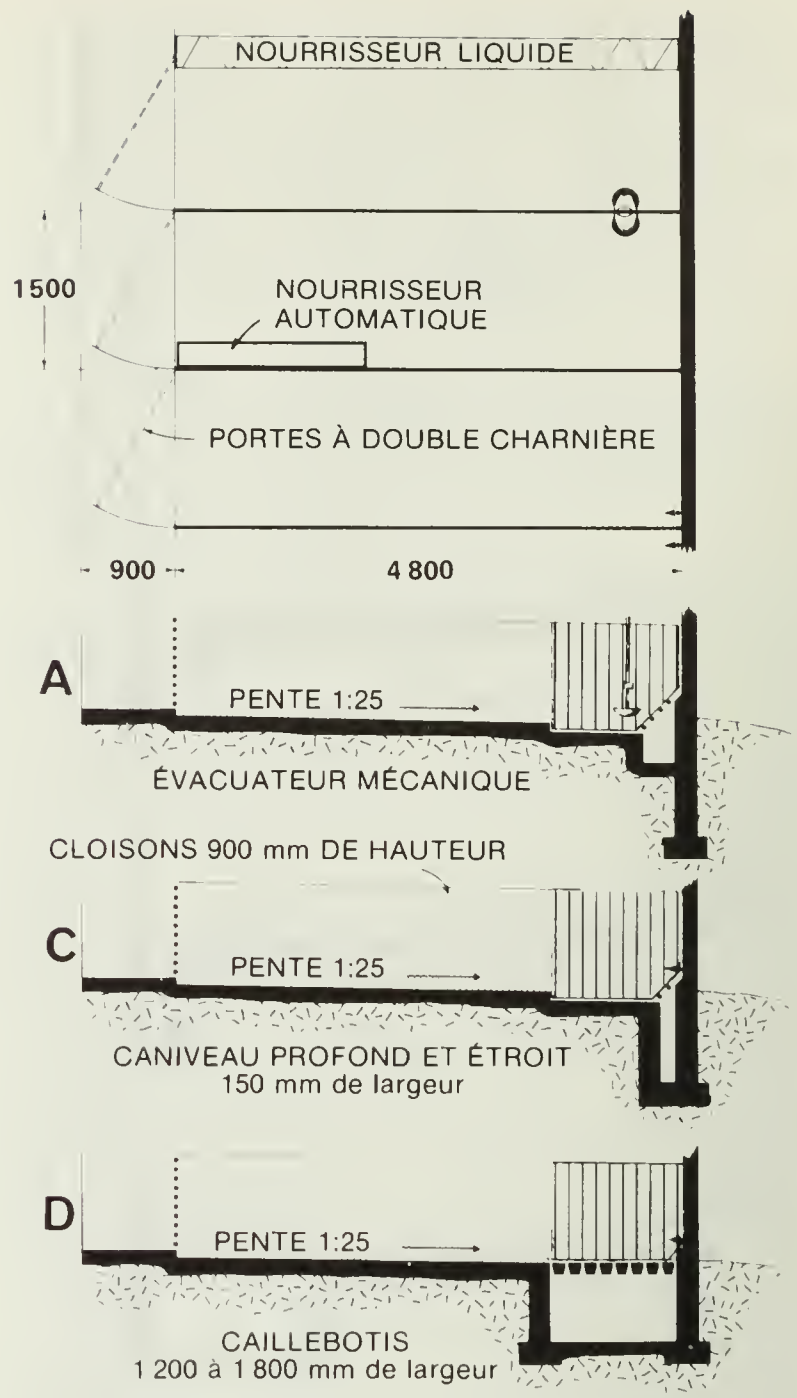


Figure 15 Cases de croissance et d'engraissement, avec trois modes d'alimentation et trois systèmes d'évacuation des déjections

que l'eau ne se répande, les abreuvoirs devraient être construits de manière que le porc puisse prendre le bec dans sa gueule pour actionner la valve. Les abreuvoirs peuvent être installés près du mur extérieur (figure 15B) ou en paires, adossés à une même cloison (figure 15C). Pour prévenir le gel, il faut fixer la canalisation à un ou deux pouces du mur extérieur ou du plafond. En outre, il ne faut jamais l'installer devant des prises d'aération, d'où sort l'air froid.

Comme dans le cas des cases de porcelets sevrés, les vétérinaires préfèrent les cloisons pleines; les murs ajourés ont toutefois l'avantage de calmer les sujets agressifs et nerveux. Cependant, il est indispensable d'employer un panneau avant ajouré, en treillis ou autre matériau semblable, afin d'assurer une bonne aération de la case.

V. DISPOSITION DES SECTIONS D'UNE PORCHERIE

La disposition du bâtiment de production doit correspondre aux besoins de chaque exploitation, tout en respectant certains principes généraux. Comme on sait que de fortes odeurs se dégageront de la porcherie, il est instamment recommandé de la situer sous le vent, et loin de la maison de ferme et des voisins. Le terrain doit être bien drainé et facilement accessible en tout temps. Les bâtiments doivent être disposés de manière à ce que les endroits les plus fréquentés (point de déchargement des aliments, rampe de chargement des porcs, entrée gardée) exige un minimum de déneigement et d'entretien.

Afin d'empêcher la propagation de maladies, les visites devraient être interdites, les portes extérieures verrouillées et les allées et venues surveillées par la porte principale. Pour les visiteurs occasionnels, il suffit habituellement de les laisser jeter un coup d'oeil à une ou deux cases par la fenêtre de contrôle du bureau central ou de l'entrée. Parmi les porteurs possibles d'infections, les plus à craindre sont les camionneurs, ainsi que les vendeurs qui visitent les porcheries. L'éleveur qui se croit dans l'obligation de faire voir sa porcherie à certains visiteurs importants devrait leur fournir des survêtements ainsi que des bottes, et faire passer ces derniers par un pédiluve désinfectant entre le vestibule et la porcherie.

Les systèmes d'évacuation et de stockage du fumier sont décrits plus loin, au chapitre VIII, mais comme le traitement du fumier est un aspect fondamental de l'aménagement d'une porcherie, nous devons l'aborder dans le présent chapitre. Les hivers sont longs et rigoureux au Canada: ils empêchent l'épandage du fumier pendant toute l'année, et il faut donc habituellement le stocker pendant au moins 6 mois. Selon le tableau 11, page 68, les calculs portant sur le volume des déjections à stocker indiquent que les citernes ou fosses à lisier occupent un espace important dans la porcherie ou près de cette dernière.

Pour diminuer la consommation des appareils de chauffage en hiver, on peut utiliser efficacement l'énergie solaire dès maintenant ou plus tard. Les récepteurs solaires fonctionnent mieux s'ils sont aménagés dans un mur faisant face au sud ou sur le toit; il faut donc accorder la priorité aux bâtiments nécessitant le plus de chaleur, supposant cependant que toutes les installations d'une porcherie pourraient profiter d'une meilleure ventilation découlant du chauffage à l'énergie solaire.

Les éleveurs canadiens préfèrent que les sections de leur porcherie soient reliées entre elles, surtout dans les régions plus froides. Dans le cas d'unités communicantes, il est plus facile de contrôler les allées et venues des visiteurs, de déplacer les porcs et d'installer les services publics (chauffage, électricité, eau). L'inconvénient principal a trait au fait que l'éleveur risque de perdre toute son exploitation en cas de feu; il est donc recommandé de séparer les bâtiments communicants par des murs ignifuges en blocs de béton qui font toute la hauteur du bâtiment jusqu'au toit, et d'utiliser, s'il y a lieu, des portes battantes coupe-feux. En outre, la chambre des chaudières doit être entourée de murs en blocs de béton ou de matériaux de construction ignifuges semblables et le plafond doit être rendu ininflammable au moyen de lattes métalliques et d'enduit ou d'une double épaisseur de panneaux muraux en plâtre, le tout recouvert de matériau isolant ignifuge.

À titre d'exemple, vous trouverez ci-après sept plans d'aménagement d'une porcherie, de la mise bas à l'engraissement. Le nord est indiqué de préférence sur chaque plan, et les entrées et sorties importantes sont indiquées par des flèches. La plupart de ces unités communicantes figurent dans des plans détaillés,

dressés par le Service des plans du Canada. Lors de la planification de leur porcherie, les éleveurs doivent calculer de nouveau la surface des cases et l'ajuster à leur situation et à leur niveau de production (voir le chapitre III).

Case de mise bas dans un local d'une seule pièce constamment occupée

La figure 16 rassemble en un seul bâtiment rectangulaire les cinq principaux éléments d'un petit élevage, réduisant ainsi les frais. Dans le cas d'une exploitation d'une cinquantaine de truies, certains accommodements s'imposent en ce qui concerne la combinaison dans un local commun des cases de mise bas et de post-sevrage. Il va s'en dire qu'une installation de mise bas à pièces multiples est impraticable pour une exploitation de moins d'une cinquantaine de truies, car chaque pièce a besoin d'un système d'aération et d'autres services. Le nombre de cases par section est conçu en fonction de cinquante reproductrices assujetties au cycle de 8 semaines avec sevrage hâtif (voir le tableau 6, page 16). Les locaux d'utilité générale sont situés entre les cases de mise bas et de croissance, afin de rationaliser les déplacements et d'être à proximité des services de chauffage et d'électricité. Ces locaux doivent être accessibles des deux côtés de la porcherie, ce qui signifie l'aménagement et l'entretien d'une voie additionnelle. Un autre désavantage de cette disposition rectangulaire a trait au fait que les déjections ne peuvent être amenées facilement à un endroit particulier.

Il est possible d'améliorer sensiblement les déplacements et l'accessibilité des locaux d'utilité générale en disposant la porcherie en L ou en T. La figure 17 montre un plan de porcherie disposée en T pouvant loger 50 truies; ainsi, la pièce des services est située au point de jonction des trois principales sections de la porcherie. Ce type de bâtiment sera plus dispendieux que la porcherie rectangulaire, à cause des murs, des noues de toit et des pignons supplémentaires, mais la longueur moindre des canalisations menant à une seule fosse à lisier derrière le bâtiment, constitue une amélioration. En outre, comme il n'est pas nécessaire que le bâtiment soit une travée de 10,8 m, l'aile de mise bas et de post-sevrage peut être réduite à 7,2 ou 8,4 m afin que l'on puisse y aménager deux rangées de stalles de mise bas; de plus, comme l'indique l'illustration, il est ainsi plus facile de cloisonner la section de post-sevrage.

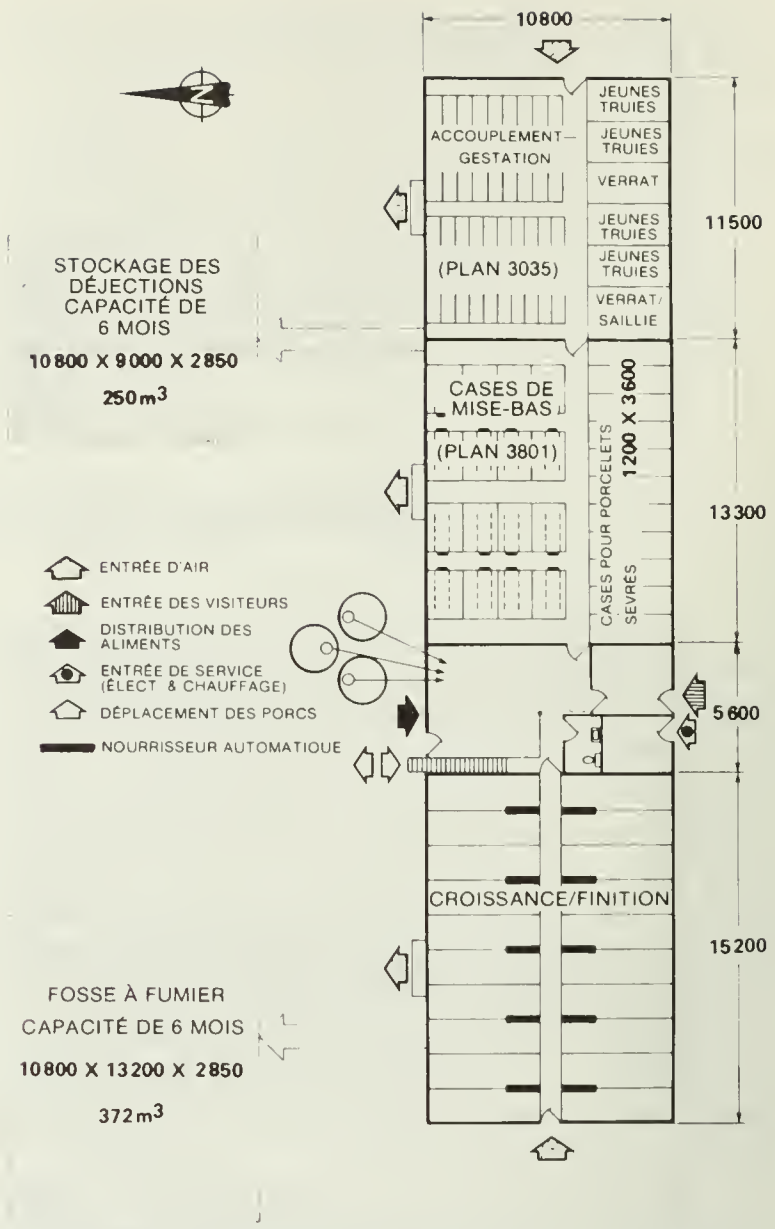


Figure 16 Plan rectangulaire, porcherie de mise bas et d'engraissement mise bas continuelle, troupeau de 50 truies

Dans le cas de l'élevage d'une centaine de truies, il est possible de doubler les dimensions de ce même bâtiment en T, (figure 18) en doublant également la capacité de stockage du fumier. Fait à noter, la section de mise bas et de post-sevrage est disposée de la même façon qu'à la figure 16, sauf pour donner plus de flexibilité à l'ensemble, on a aménagé les rangées de cases de mise bas sur la longueur de la pièce plutôt que sur sa largeur. Si les déjections accumulées dans ces cases de mise bas sont raclées manuellement jusqu'au caniveau, il est préférable d'installer de courtes rangées de cases.

La disposition en L (figure 19) permet de maximiser la surface disponible pour les troupeaux plus importants. L'aménagement des locaux d'utilité générale dans le coin extérieur du L facilite l'accès aux services extérieurs tel le déchargement des fourrages, le système électrique, le système de ventilation, l'entrée

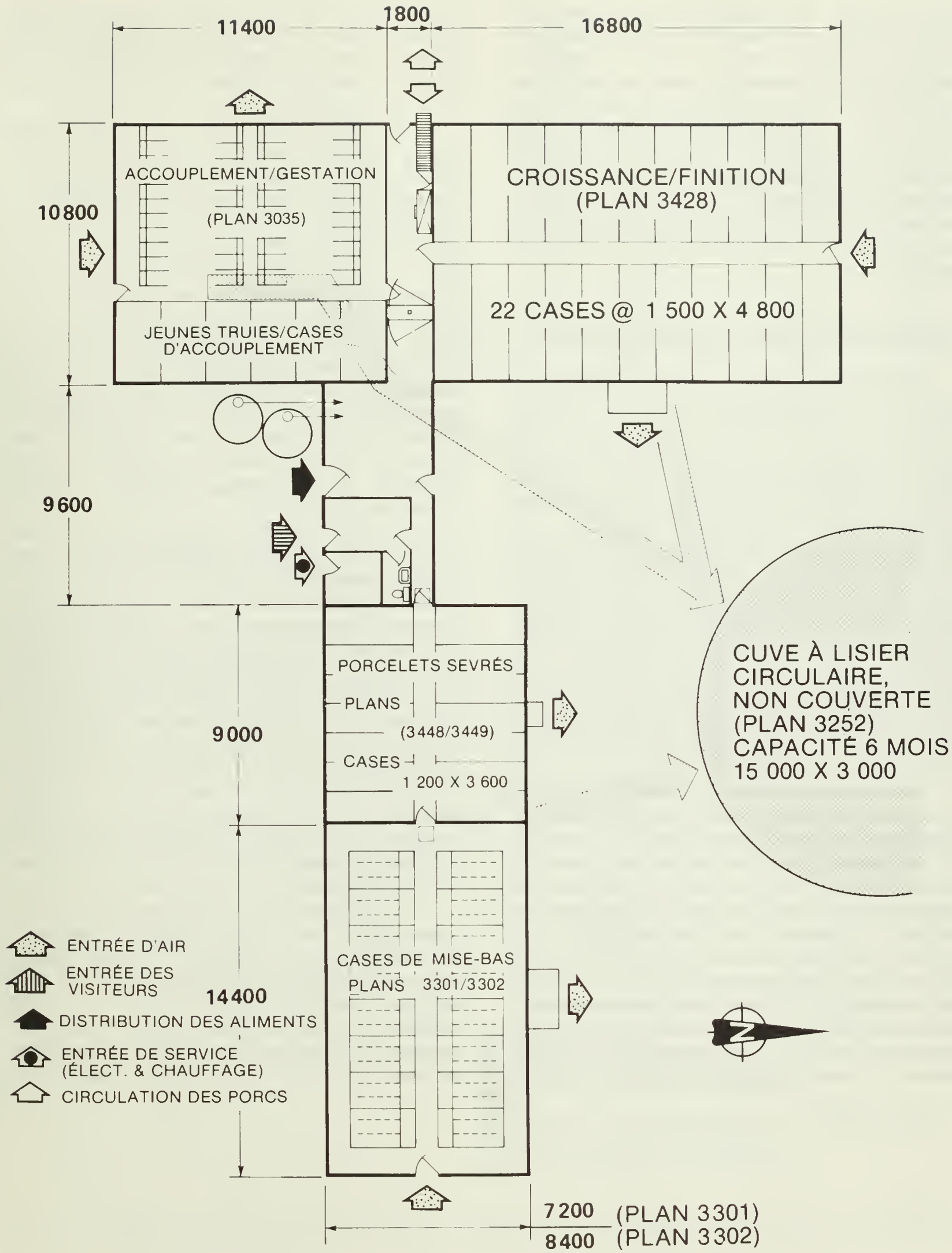


Figure 17 Porcherie de mise bas et d'engraissement en forme de T ; une pièce de mise bas continuellement occupée pour un troupeau de 50 truies

des visiteurs), et résout ainsi certaines des difficultés que représente le bâtiment rectangulaire (illustration 16). Le seul inconvénient découle de la nécessité de construire des noues de toit, là où les deux ailes se rencontrent. Tel qu'illustré, il est préférable de creuser une fosse à lisier longue et rectangulaire, car cela permet l'installation de canalisations courtes et directes. Si possible, il faut choisir un emplacement où une pente naturelle du bâtiment à la fosse permet l'évacuation du fumier par simple gravité.

Section de mise bas à pièces multiples

Dans le cas des élevages de plus de 100 truies, les avantages d'un complexe à cases multiples ont été abordés au chapitre III. La figure 20 illustre un plan d'aménagement possible à l'égard de 100 truies, dans lequel la section de mise bas collective est divisée en quatre pièces. L'aménagement illustré est simple et courramment utilisé, et le long couloir qu'il comporte, bien qu'il semble gaspiller de l'espace, constitue en fait une aire suffisante qui permet, en hiver, de chauffer au préalable l'air soufflé par les ventilateurs. Il est facile de modifier cette disposition afin d'avoir une section de mise bas à trois pièces, en fonction d'un cycle de 9 semaines. La disposition en T de la section de post-sevrage exige une surface de plancher moins grande.

Si l'espace disponible est restreint ou que l'on soit en présence d'une nappe d'eau souterraine peu profonde, il faudra peut-être stocker la plus grande partie du fumier au-dessus du niveau de sol; dans ce cas, la méthode de stockage à long terme la plus appropriée semble être l'utilisation de silos en béton de 2,7 m de haut. Selon le dispositif illustré à la figure 20, le fumier coule des cases de mise bas, de post-sevrage, de croissance et d'engraissement dans une citerne, où il repose pendant un certain temps; ensuite, une pompe à lisier électrique ou motorisée amène le fumier à l'un ou l'autre des deux silos. Le lisier provenant de la section plus éloignée d'accouplement et de gestation est envoyé sous terre jusqu'à la citerne, en passant à travers les différentes sections de la porcherie.

La figure 21 montre une section de mise bas à quatre pièces qui permet d'économiser plus d'espace. Ainsi, les principales unités sont séparées pour assurer une meilleure protection contre le feu. Comme on utilise parfois des litières dans les cases d'accouplement, de gestation et de mise bas, il est possible d'installer un dispositif d'évacuation des déjections solides. Il faudrait installer quatre évacuateurs de fumier distincts (un dans chaque pièce) dans la section de mise bas, où, solution plus pratique, aménager un court caniveau sous le couloir reliant les quatre pièces. Les avantages au regard de la prévention des infections que présente l'aménagement à quatre pièces disparaîtront si un même évacuateur dessert toutes les pièces.

En ce qui a trait aux élevages plus considérables (200 truies), la figure 22 expose une version agrandie de l'unité fondamentale de mise bas et de post-sevrage qui est illustrée à la figure 21. Pour maintenir les rangées de cases de mise bas à une longueur restreinte. la porcherie est agrandie dans le sens de la largeur par l'addition, dans chaque pièce, de deux rangées de cases de mise bas. Les unités d'accouplement, de gestation, de croissance et d'engraissement ne sont pas illustrées dans ce plan; si elles sont situées dans le même bâtiment que les cases de mise bas et de post-sevrage, elles peuvent être disposées de la manière indiquée à la figure 21, pour autant que l'on double la longueur du bâtiment.

Au chapitre VII, nous examinerons la question de la ventilation. Toutefois, il importe de noter que les sorties d'air doivent être le plus loin possible des entrées d'air frais des sections voisines. Notons, à la figure 16, par exemple, que l'air vicié des sections d'accouplement et d'engraissement s'échappe loin des sections de mise bas et de post-sevrage.

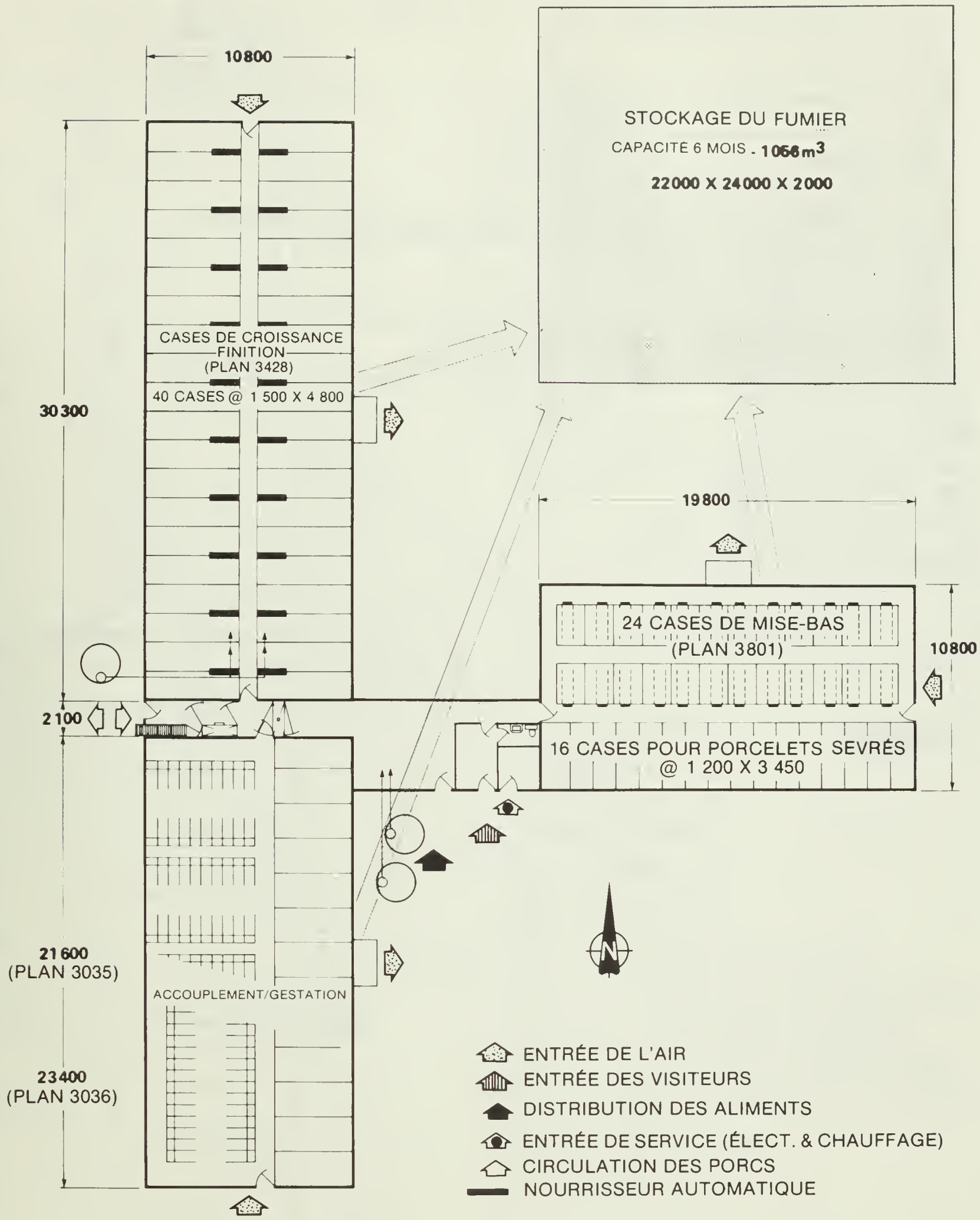


Figure 18 Porcherie de mise bas et d'engraissement en forme de T ; une pièce de mise bas continuellement occupée pour un troupeau de 100 truies

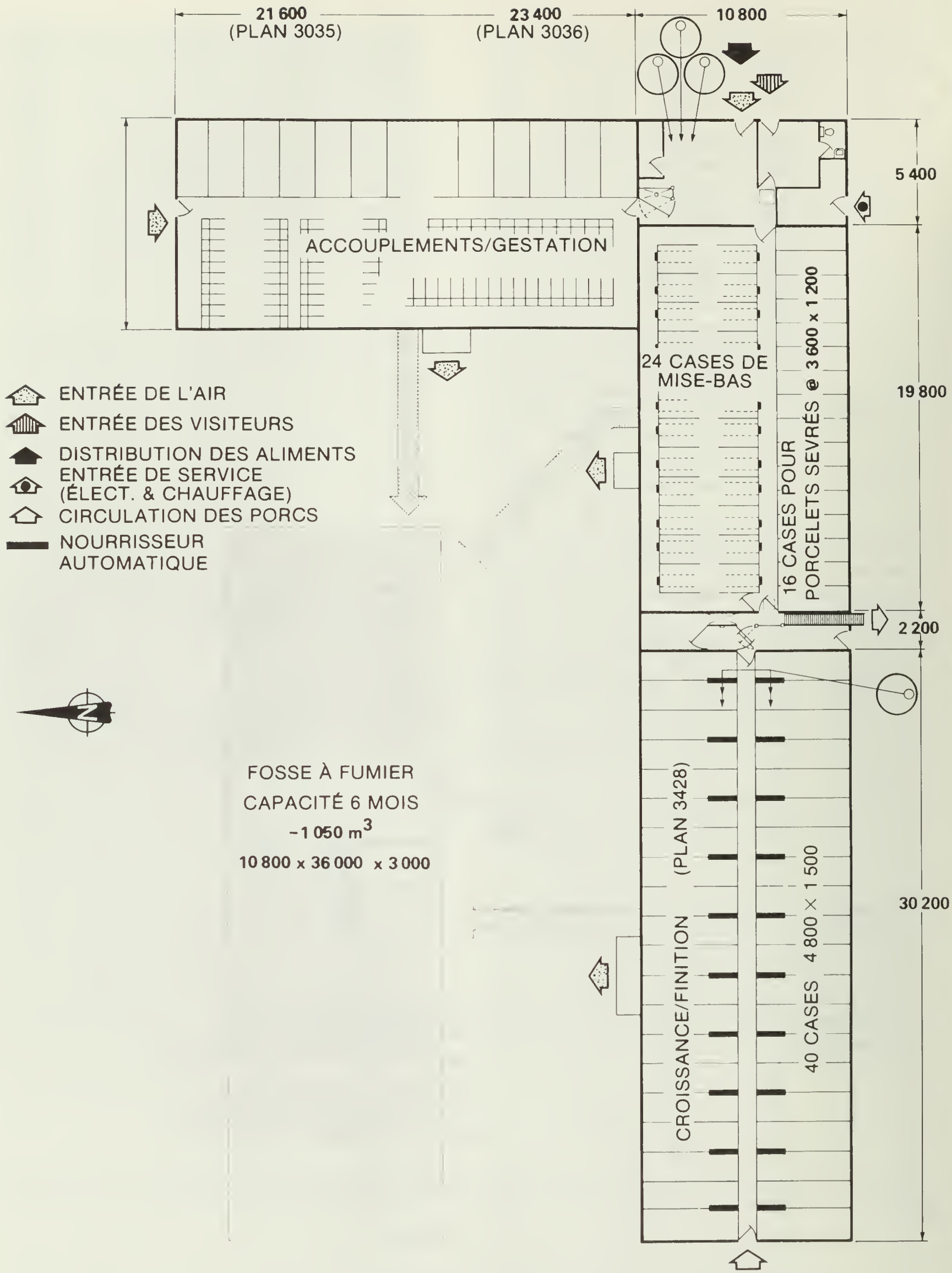


Figure 19 Porcherie de mise bas et d'engraissement en forme de L ; une pièce de mise bas continuellement occupée pour un troupeau de 100 truies

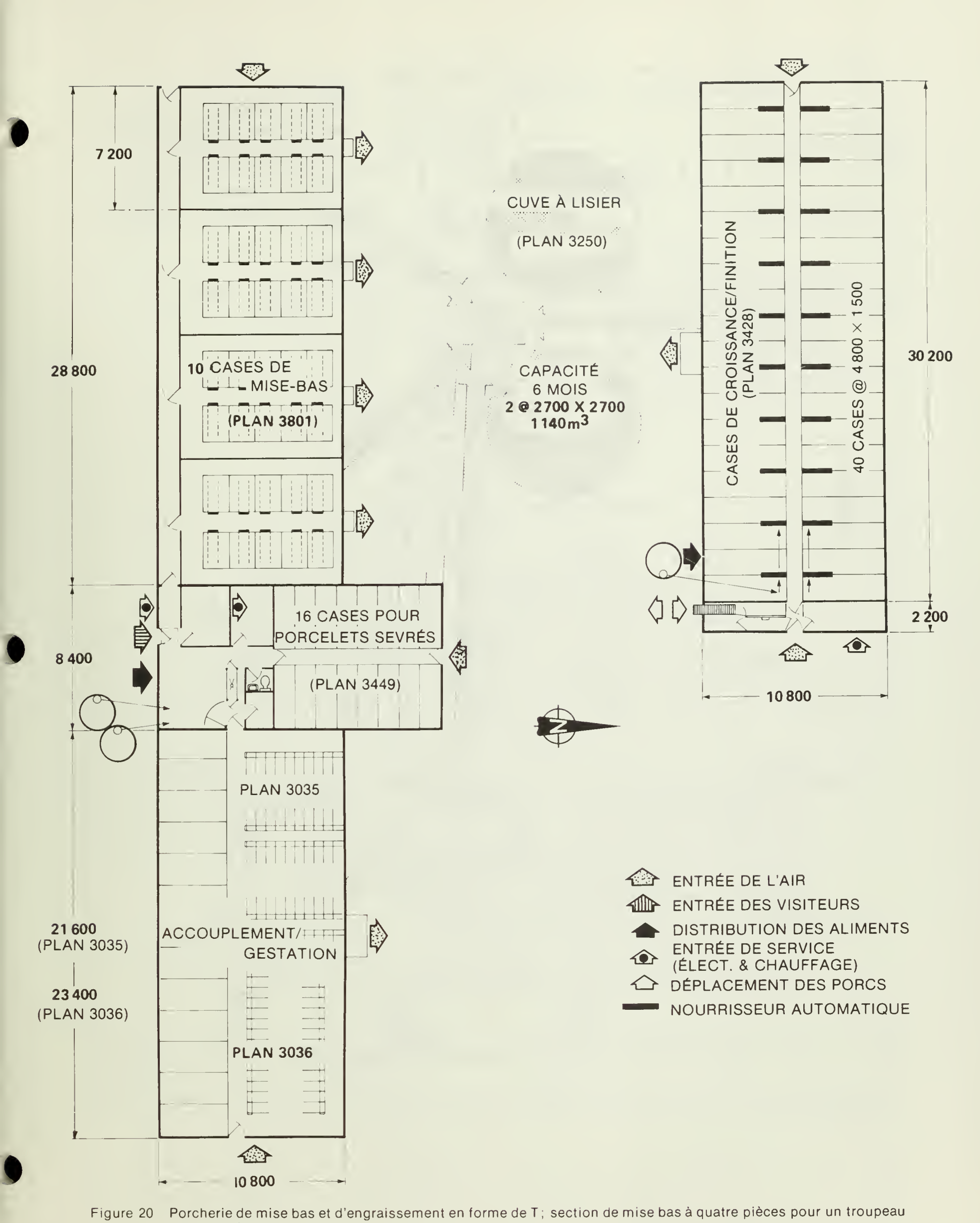


Figure 20 Porcherie de mise bas et d'engraissement en forme de T ; section de mise bas à quatre pièces pour un troupeau de 100 truies

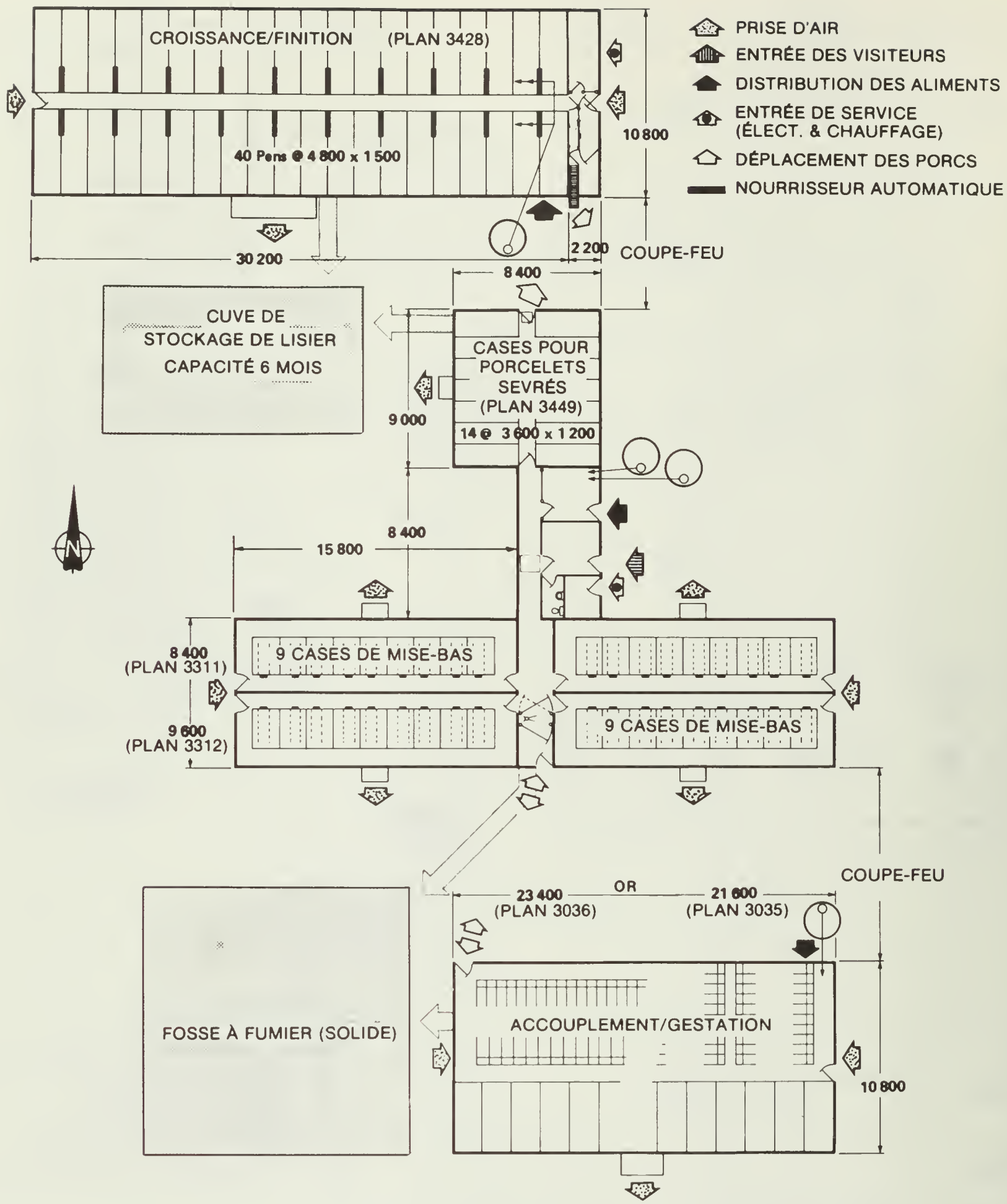


Figure 21 Porcherie de mise bas et d'engraissement; section de mise bas à quatre pièces pour un troupeau de 100 truies

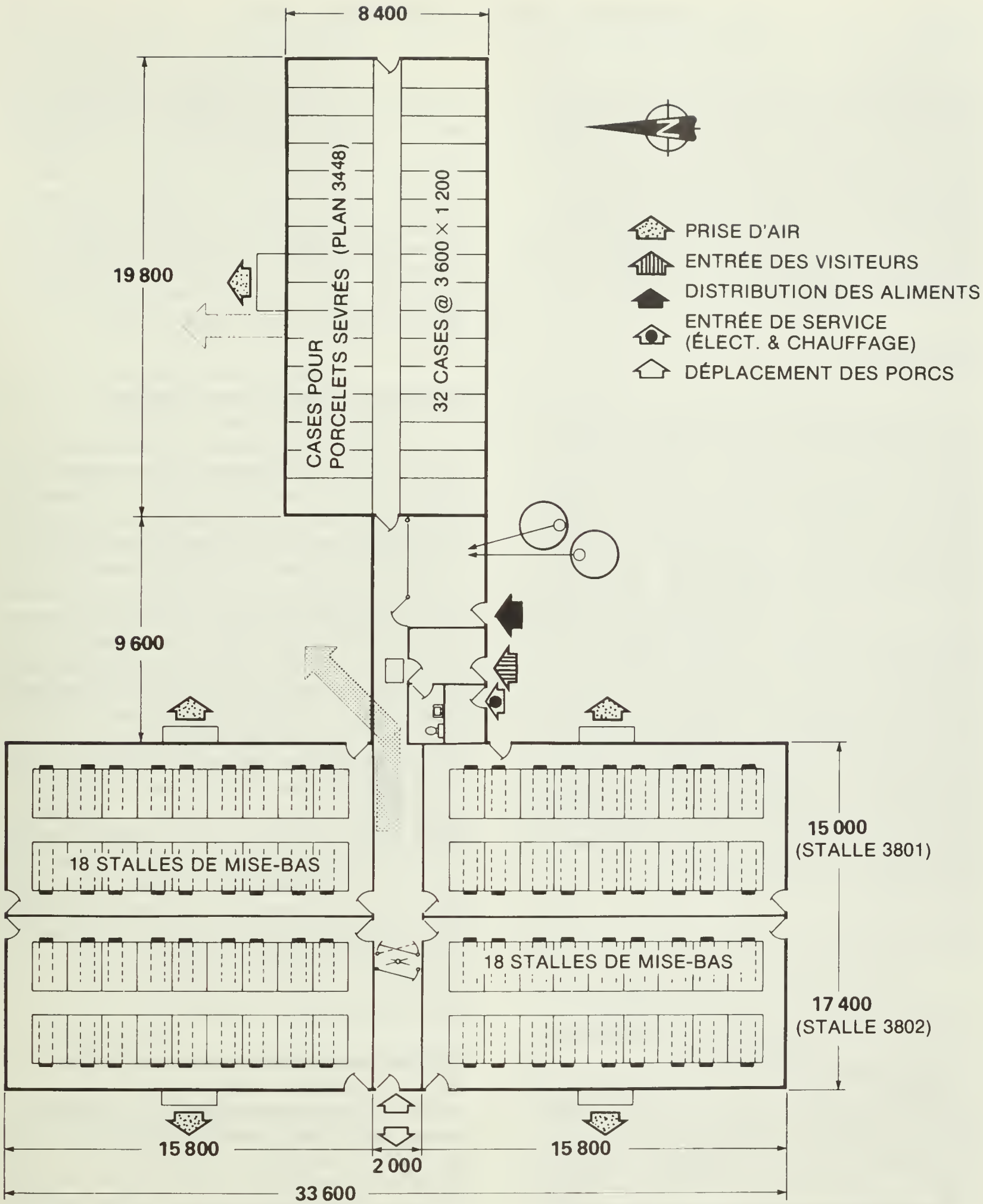


Figure 22 Porcherie de mise bas et de post-sevrage; section de mise bas à quatre pièces pour un troupeau de 200 truies

VI. TECHNIQUE DE LA CONSTRUCTION

Dans les chapitres précédents, nous avons tracé les grandes lignes des exigences de logement, pour l'élevage des porcs en claustration, ainsi que le genre, les dimensions et la disposition des éléments du complexe. Le choix et la disposition des sections et des cases sont établis selon des méthodes de gestion valables, conçues tant en fonction des porcs que de l'exploitation. Considérons maintenant la construction des bâtiments.

Le bâtiment

Les porcheries neuves sont ordinairement des constructions d'un seul étage, à pans de bois isolés. C'est le type de construction qui fournit, au plus bas prix, un logement approprié aux différentes étapes de cet élevage. Parce qu'il est facile à construire et, éventuellement, à modifier, l'assemblage à décharge est presque toujours utilisé. La figure 17 en illustre une coupe. Les bâtiments de toutes les largeurs appropriées aux logements des porcs peuvent être construits sur ce modèle. L'absence de poteaux à l'intérieur facilite la disposition et la construction des cases. Les difficultés d'installation du matériel commercial sont éliminés non seulement pour le moment, mais aussi pour l'avenir. Le plafond plat convient mieux à la plupart des systèmes de ventilation. Quant aux fermes, elles peuvent être préfabriquées ou construites sur le chantier par l'éleveur ou l'entrepreneur.

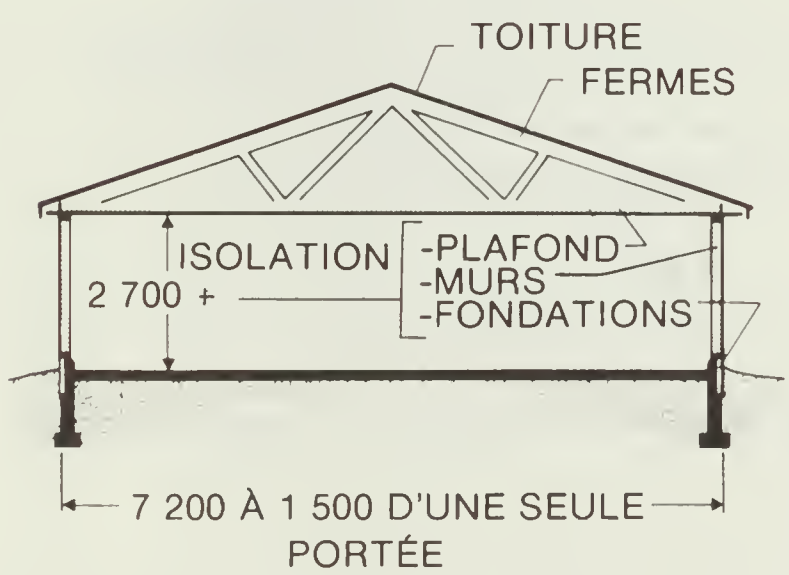


Figure 23 Bâtiment isolé d'un seul étage, toit à ferme d'une seule portée

On omet habituellement de poser des fenêtres dans les locaux d'élevage. Elles ne font pas de bonnes entrées d'air, ne remplacent pas la lumière artificielle, ajoutent au coût de construction et augmentent la perte de chaleur en hiver. Les prises d'air peuvent être aménagées soit dans les murs latéraux, soit le long de la ligne médiane au niveau du plafond. Il importe de choisir un sytème d'entrée d'air qui convienne au type de bâtiment et à la disposition des cases (voir le chapitre VII).

Porcherie à un ou deux étages

On peut difficilement justifier la construction d'une porcherie à deux étages. Le support du deuxième étage exige la présence de poteaux au rez-de-chaussée, ce qui complique habituellement la disposition et la construction des cases et des prises d'air. Un deuxième étage pour le stockage de la litière est dispendieux, compte tenu de la petite quantité de litière nécessaire, si vraiment les porcs en ont besoin. Si on compte y loger des porcs, il est à noter qu'on économise ainsi très peu en frais de construction par porc. En effet, la construction d'un deuxième étage, y compris les plans inclinés, les dénivellations et les caniveaux, peut être difficile, sinon impossible. Les travaux de tous les jours, au deuxième étage, se font aussi moins aisément, même si l'on dispose d'un monte-charge. Il est peu probable qu'on réussisse un plan d'aménagement d'une porcherie à deux étages sans faire de compromis dans la disposition des cases et l'utilisation de l'espace disponible.

Autres possibilités de construction

Nous n'avons traité jusqu'ici que des bâtiments neufs d'un modèle déterminé. Personne ne s'attend toutefois à ce que tous les troupeaux de porcs soient un jour logés dans des constructions d'un seul étage, en charpenterie, et à assemblage à décharge. Étant donné que d'autres possibilités peuvent s'offrir telles que la transformation ou l'agrandissement d'un bâtiment, ou le choix d'un autre type de bâtiments neufs, le questionnaire ci-dessous peut servir de guide pour en arriver à un choix judicieux.

LISTE DE POINTS
À VÉRIFIER POUR DÉTERMINER
L'EMPLACEMENT, LE TYPE DE
CONSTRUCTION, OU LA TRANS-
FORMATION D'UN BÂTIMENT
DESTINÉ À L'ÉLEVAGE DES PORCS

1. L'emplacement et le plan ont-ils été approuvés par les autorités locales?
2. L'emplacement est-il assez éloigné des habitations, des routes et des lignes de terrain?
3. L'emplacement est-il assez près du chemin de fer, des services d'électricité et d'eau?
4. Le terrain est-il bien drainé?
5. Les constructions envisagées se prêtent-elles à un agrandissement éventuel?
6. La porcherie est-elle séparée des bâtiments hautement inflammables par un coupe-feu?
7. L'air expulsé par les ventilateurs d'un bâtiment pénétrera-t-il dans les prises d'air d'un autre bâtiment?
8. Existe-t-il un emplacement approprié pour le stockage du fumier près des sorties des bâtiments?
9. L'aménagement assurera-t-il un bon acheminement des aliments, des animaux et des déjections, sans propager les maladies d'une section à l'autre?
10. Le bâtiment à transformer possède-t-il les dimensions requises ou une capacité suffisante?
11. La largeur du bâtiment se prête-t-elle à une bonne disposition des cases?
12. Peut-on le faire isoler à bon prix?
13. Se prête-t-il à la ventilation?
14. Peut-on ventiler et chauffer séparément les différents locaux?
15. L'inclinaison des planchers, les caniveaux et les dénivellations des cases sont-ils réalisables?
16. Les cases et les couloirs peuvent-ils être facilement aménagés maintenant et se prêter à des transformations éventuelles?
17. L'installation justifie-t-elle le coût?

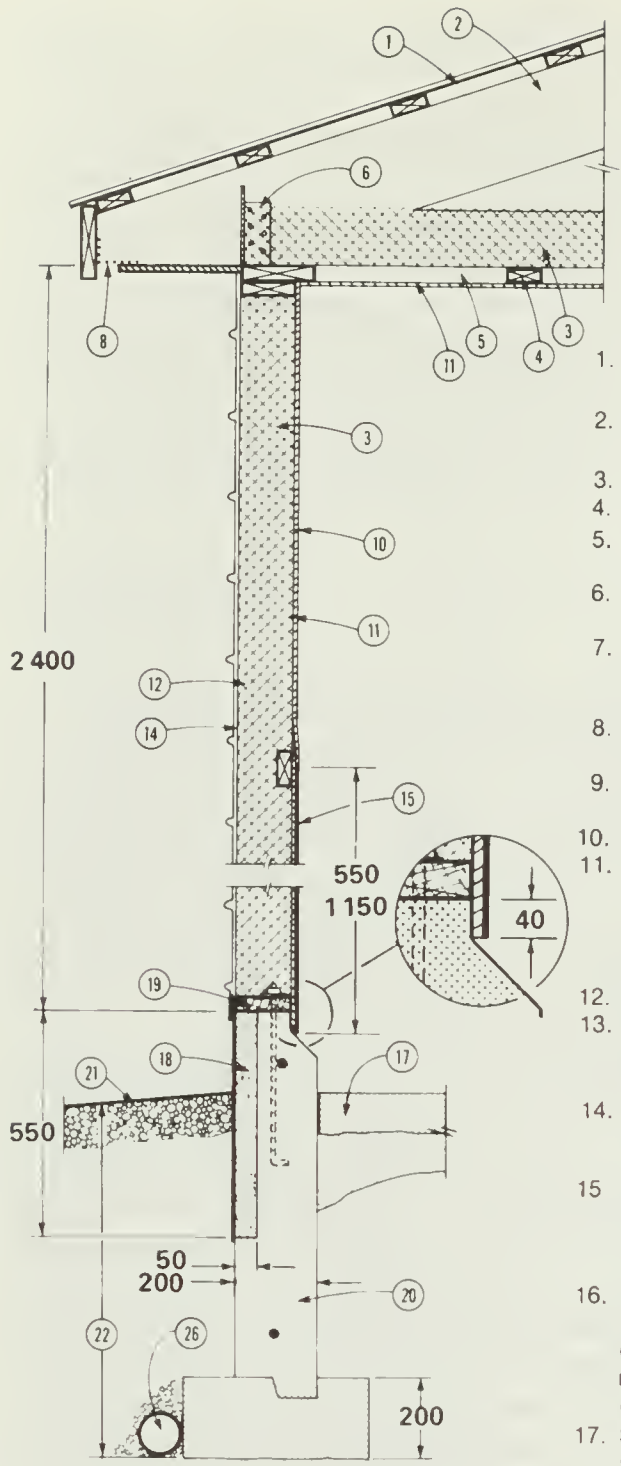
Détails de la construction des murs isolés en charpenterie

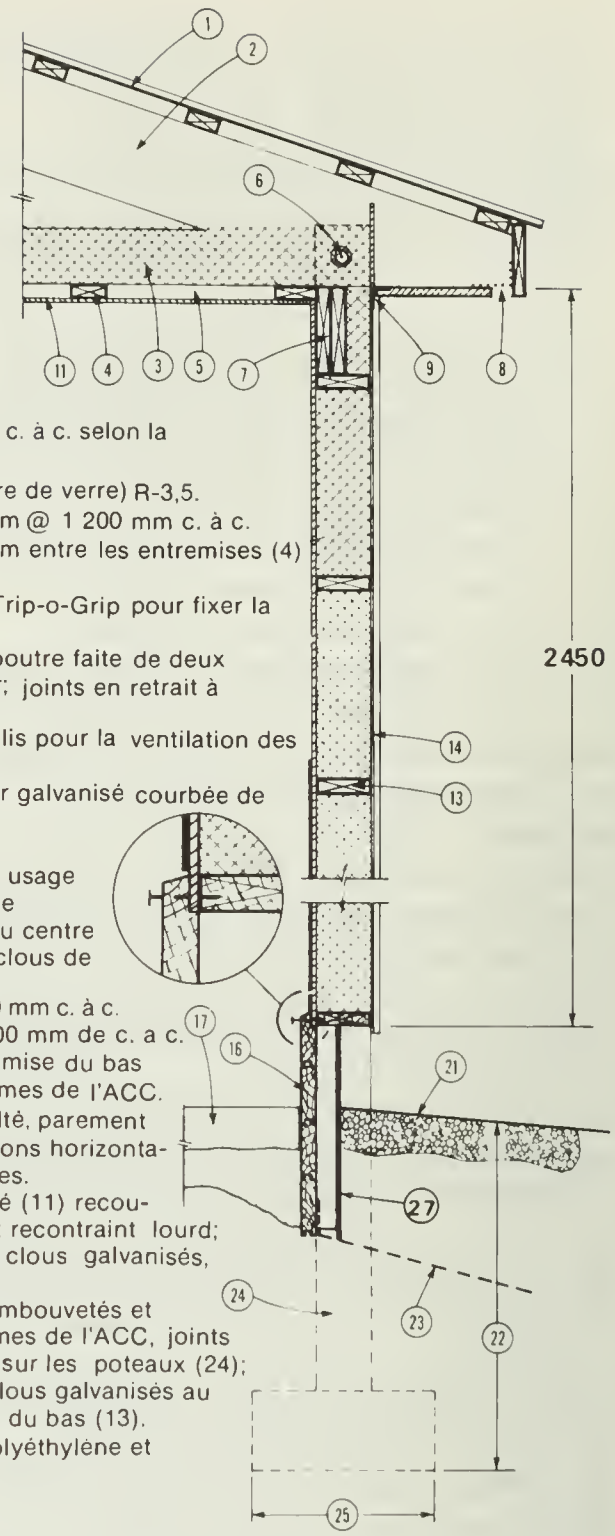
La figure 24 montre la coupe d'un mur isolé, en colombage, reposant sur une fondation de béton isolé. L'installation de poteaux plus larges de 38 x 140 mm, à 600 mm d'intervalle par rapport au milieu du poteau suivant, permet une meilleure isolation; l'espace entre les poteaux est pourvu d'un isolant à friction en fibre de verre, soit le RSI-3,5. Il est également possible d'isoler le plafond de façon très économique en fixant de l'isolant de fibre de verre RSI-3,5 entre les fermes situées au-dessus du plafond et du pare-vapeur.

Il importe plus d'ajuster soigneusement l'isolant pour éliminer les vides que d'accroître son épaisseur. Pour isoler la fondation de béton, il faut fixer, au moyen de clous de finition, à la surface intérieure du pan extérieur du coffrage, des panneaux moulurés en polystyrène rigide de 50 mm. Lorsque le béton est coulé, il colle solidement au panneau d'isolant, et lorsque le coffrage est enlevé, le polystyrène reste collé au ciment, les têtes des clous de finition ayant passé à travers le matériel. Tel qu'illustré, l'isolant de pourtour maintient toute la fondation à une température plus chaude, et est beaucoup plus efficace que s'il était placé à l'intérieur de la fondation. On peut ensuite finir l'extérieur du bâtiment de façon soignée avec un panneau d'amiante-ciment en bas et un revêtement de tôle ou d'autres matériaux posés horizontalement en haut.

Un revêtement de contreplaqué de choix, type extérieur, convient bien comme matériau d'intérieur. En effet, il donne de la rigidité au plafond et aux murs d'extrémité. Il se prête également au nettoyage répété au moyen d'un dispositif à haute pression. Il faut toutefois empêcher les porcs de le ronger. À cette fin, on peut le revêtir d'un matériau durable à surface résistante comme le panneau d'amiante-ciment. Pour revêtir les plafonds et les murs que ne peuvent ronger les porcs, certains éleveurs préfèrent utiliser des tôles d'acier galvanisé et peint, dont les joints ont été calfeutrés pour en assurer l'étanchéité et dont les panneaux sont fixés au moyen de vis.

Si le mur de fondation n'est pas destiné à faire fonction de paroi d'une fosse à lisier ou d'un caniveau, un mur isolé en charpente à poteaux suffit. La figure 25 en présente le détail. Dans ce mode de construction, des poteaux en bois traités par pression et des planches languetées et bouvetées remplacent la formation en béton utilisée dans l'érection de murs ordinaires à montants. Comme mesure de précaution, il est préférable de ne pas utiliser de bois traité aux endroits où les porcs peuvent le ronger. Pour empêcher les rats de creuser des galeries sous le bâtiment, on peut y aménager des garde-rongeurs en grillage métallique fixés au mur et s'étendant vers l'extérieur horizontalement sur une largeur





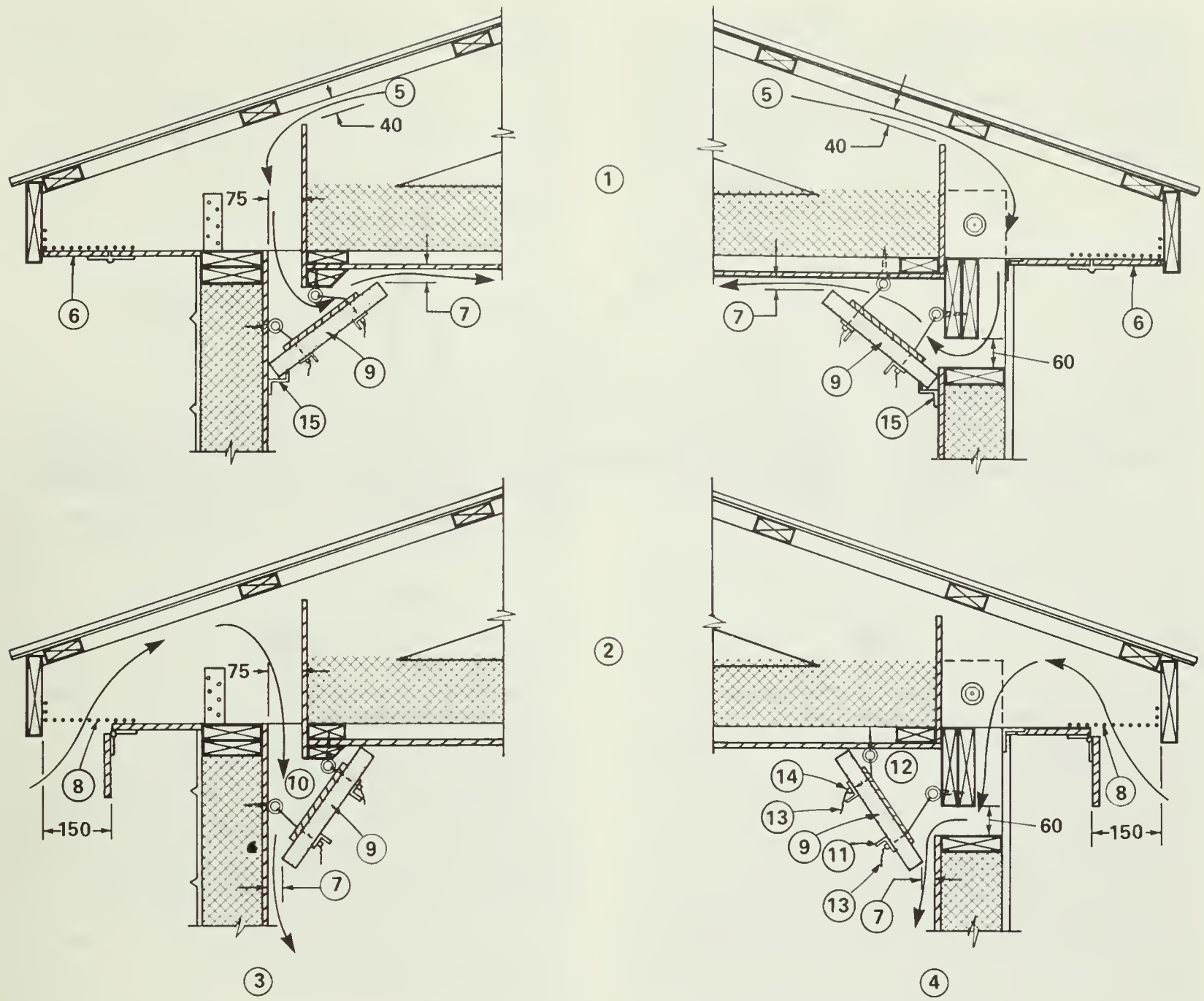
1. Toiture adaptée à l'écartement des fermes (2)
2. Fermes de 600,800 ou 1 200 mm de c. à c. selon la charge d'enneigement.
3. Isolant thermique à friction (en fibre de verre) R-3,5.
4. Entremise de plafond de 38 x 89 mm @ 1 200 mm c. à c.
5. Blocs de remplissage de 38 x 64 mm entre les entremises (4) fixées aux fermes.
6. Boulon M12 ou boulon d'ancrage Trip-o-Grip pour fixer la ferme au poteau.
7. Poteau entaillé pour recevoir une poutre faite de deux madriers de 4 800 mm de longueur; joints en retrait à 2 400 mm sur les poteaux.
8. Prise d'air de 50 mm munie de treillis pour la ventilation des combles.
9. Solin constitué d'une plaque d'acier galvanisé courbée de 50 mm x 50 mm.
10. Pare-vapeur de polyéthylène.
11. Revêtement en contre-plaqué pour usage extérieur de 9 mm, grain de surface horizontal, cloué sur les poteaux au centre et le long des 4 arêtes à l'aide de clous de toiture galvanisés.
12. Colombages de 38 x 140 mm @ 600 mm c. à c.
13. Entremises de 38 x 140 mm à @ 600 mm de c. a c. fixées entre les poteaux (24); entremise du bas traitée sous pression selon les normes de l'ACC.
14. Coupe-vent en papier feutre asphalté, parement extérieur en tôle ondulée (ondulations horizontales) cloué ou vissé entre les nervures.
15 Dans l'aire des cases, contre-plaqué (11) recouvert de panneaux d'amiante-ciment recontraint lourd; percer les trous à l'avance pour les clous galvanisés, calfeutrer toutes les arêtes.
16. Madriers de 38 x 140 x 4 800 mm embouvetés et traités sous pression selon les normes de l'ACC, joints disposés en quinconce à 2 400 mm sur les poteaux (24); madrier supérieur fixé à l'aide de clous galvanisés au contre-plaqué (11) et à l'entremise du bas (13).
17. Sol de béton sur pare-vapeur de polyéthylène et sable compacté.
18. Panneaux de polystyrène granulaire de 50 mm fixés au coffrage avant de couler le béton; après l'enlèvement du coffrage, couvrir à l'aide de panneaux d'amiante-ciment lourd précontraint cloués à la lisse (19), sous le parement (14).
19. Lisse traitée sous pression de 38 x 140 mm; tige d'ancrage filetée de 12 mm.
20. Fondation de béton avec barres d'armature M15 en treillis, de la base au sommet.
21. Étanchement de pourtour en gravier (ou utiliser des gouttières).
22. Sous la ligne de gel.
23. Grillage anti-rongeurs galvanisé cloué à la pièce 16.
24. Poteaux en bois de sciage traités sous pression de 89 x 140 mm @ 2 400 mm c. à c.
25. Empattements de béton de 400 mm placés sous les poteaux (24).
26. Drain d'etanchement de 100 mm, si le sol est mal drainé.
27. Isolement du pourtour et panneaux d'amiante facultatifs.

Figure 24 Mur isolé en charpente à colombages sur fondation en béton armé

Figure 25 Mur isolé en charpente à poteaux traités sous pression

d'environ 450 mm. Quel que soit le type de construction utilisé, il importe que les abords soient toujours débarrassés des mauvaises herbes, des tas de planches ou des décombres pouvant abriter des rongeurs. Le revêtement extérieur du bâtiment doit être posé d'une manière soignée. Il faut également poser des blocs à intervalles réguliers dans l'espace des murs entre les montants ou les pièces de clouage, pour empêcher que les rongeurs ne percent des tunnels dans l'isolant.

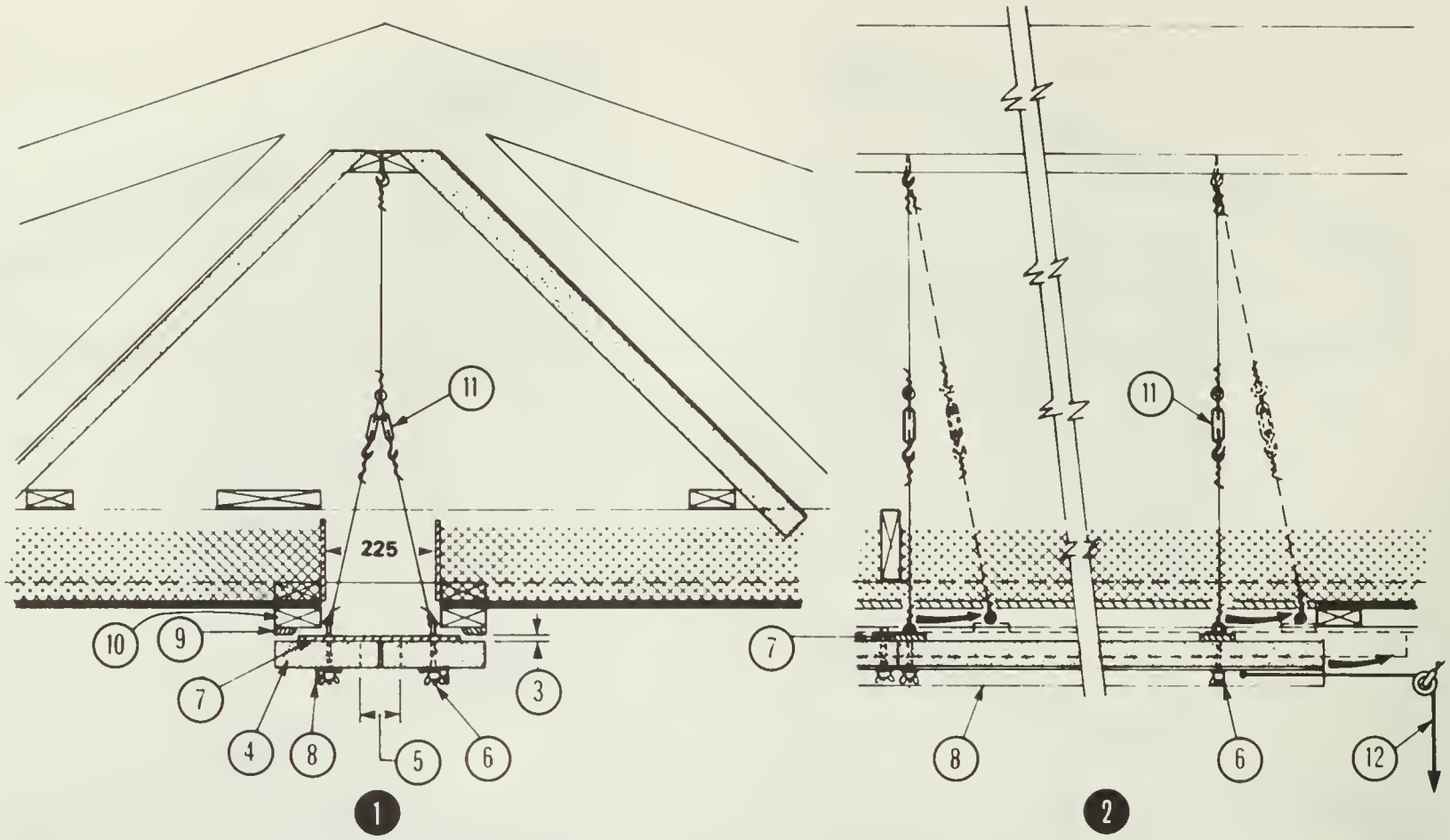
Les bâtiments doivent avoir un bon revêtement et être assez solides pour résister aux grands vents, à la neige et à la pluie battante.



1. Réglage normal
2. Réglage pour temps chaud
3. Prise d'air dans un mur à charpente
4. Prise d'air dans un mur sur poteaux
5. Ventilation d'hiver par les combles
6. Soffite à charnières fermé l'hiver
7. Ouverture réglable de 0 à 50 mm
8. Soffite grillagé ouvert au printemps, en été et en automne
9. Large panneau d'une seule pièce de polystyrène extrudé de haute densité de 38 x 300 (ou 400) mm.
10. Bandes de contreplaqué de 6 × 75 mm @ 1 200 mm c. à c.; boulon fixant la pièce 11 au panneau 9.
11. Raidisseur constitué d'une cornière en acier galvanisé de 0.4 × 25 × 25 × 2 400 mm, percée au centre et à 25 mm des extrémités pour recevoir boulons et câble (13).
12. Câble de réglage en acier de 5 mm gainé de vinyle passant par un écrou à œil et relié à un treuil à l'une de ses extrémités et à un ressort de rappel à l'autre.
13. Cordon de nylon (type maçonnerie) fixée au câble de réglage à l'aide d'un serre-fil électrique Marr et passant par un écrou à œil (12), le trou percé dans les pièces 9, 10 et 11; ajuster à l'aide d'un second serre-fil Marr.
14. Serre-fil électrique Marr permettant d'ajuster la corde (13).
15. Dans les aires de mise-bas et de sevrage installer un fer en Z pour servir de charnière et soutenir le déflecteur (9). Emploi du second serre-fil électrique susmentionné facultatif.

Figure 26 Construction de prises d'air réglables dans les murs en charpente à colombages ou en charpente à poteaux

Aux figures 24 et 25, on aperçoit des détails de construction importants; ces détails sont extraits de plans plus complets du Service des plans de construction rurale canadienne. Avant de commencer la construction du bâtiment, on recommande de se procurer les plans complets qui peuvent être modifiés selon les exigences du climat de la région.



1. Coupe transversale montrant la conduite isolée dans les combles et le plafond.
2. Coupe longitudinale et dispositif de réglage de la prise d'air.
3. Prise d'air réglable au centre du plafond de 0 à 50 mm.
4. Panneaux de polystyrène extrudé de haute densité de 38 × 200 × 2 400 mm.
5. Rainure centrale facultative de 0 à 50 mm pour la ventilation du plancher par temps chaud uniquement.
6. Boulons à œil et à tête plate espacés de 1 200 mm de c. à c., rondelles, écrou papillon, câble de suspension galvanisé.
7. Bandes de contre-plaqué de 9 × 75 × 2 767 mm @ 1 200 mm de c. à c. préablablement perforées pour recevoir les boulons (6).
8. Raidisseur constitué d'une cornière en acier galvanisé de 0,4 × 25 × 25 × 2 400 mm percée au centre et à 25 mm des extrémités pour recevoir les boulons (6) et la pièce (7).
9. Quart de ronde placé tout autour de la prise d'air.
10. Pièce de bois double de 38 × 89 × 4 800 mm, joints en quinconces à 2 400 mm.
11. Câbles et tendeurs de 5 mm servant à créer une ouverture uniforme.
12. Poulie et câble de commande relié à un treuil.

Figure 27 Prise d'air réglable pratiquée au centre du plafond

Détails de la construction des prises d'air intégrées

Les principes fondamentaux régissant la ventilation des porcheries sont exposés au chapitre VII. Toutefois, il est plus facile d'aménager certaines sortes de prises d'air lors de la construction du bâtiment avec lequel elles font corps. Leurs particularités sont donc mentionnées ci-après.

La figure 26 montre la façon de construire une prise d'air murale réglable. Le panneau de polystyrène rigide est le matériau idéal pour constituer le déflecteur d'entrée; en effet, il ne gauchit pas, ne favorise pas la condensation de la vapeur d'eau, et est peu coûteux. Il faut employer le genre extrudé et dense plutôt que le type économique granulaire. Même si ce dernier est meilleur marché, il est moins durable et moins rigide.

La figure 27 nous montre une prise d'air, au centre du plafond, alimentée par un conduit isolé, pratiqué sous les combles, et s'encadrant dans les fermes. Grâce à une fente d'admission pouvant être ajustée avec précision, ce modèle permet un réglage en fonction de la température changeante du printemps et de l'automne.

Planchers

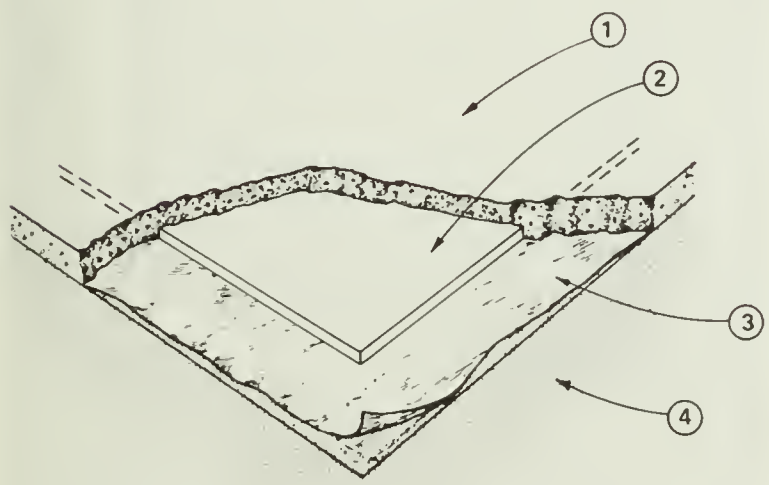
Tout plancher en béton doit reposer sur une base solide qui ne s'affaissera pas. Si on ajoute des matériaux de remplissage, ce doit

être soit du sable ou du gravier, matières faciles à tasser et moins dispendieuses que le béton; on conseille donc de s'en servir et de les affermir, afin de réduire à 100 mm l'épaisseur de la couche de béton. Les planchers en béton doivent pouvoir résister au fumier et aux produits chimiques de lavage, en plus de l'usure normale. Lorsque l'on commande du béton préparé, il faut spécifier une résistance d'au moins 25 MPa.

Il faut donner une finition rugueuse aux planchers; avec un aplanissoir en bois, on obtient une surface non glissante pour les animaux, en particulier sur les plans inclinés. Toutefois, les aspérités peuvent provoquer une certaine irritation chez les porcs avant que la surface ne devienne lisse par usure normale.

Le sol des cases de porcelets doit avoir une couche d'isolant rigide sous la surface de béton (voir la figure 28).

L'hygiène exige des pédiluves désinfectants aux endroits appropriés, par exemple à l'entrée principale et aux portes entre les différentes sections de l'élevage. Pour la désinfection des pieds, il faut se servir d'un bassin en plastique facilement nettoyable. À l'endroit où les chariots à aliments doivent passer, il importe d'aménager dans le plancher de béton un affaissement de 50 mm, de largeur suffisante pour le chariot et de longueur au moins égale à la circonférence des roues les plus grandes.



1. 38 mm de béton de 35 MPa; utiliser un mélange de 1:2:2 ciment agrégats fins et agrégats grossiers (12 mm max.); utiliser le moins d'eau possible.
2. Panneau isolant de polystyrène extrudé de haute densité de 38 mm d'épaisseur.
3. Pare-vapeur de polyéthylène de 100 μm
4. Base de sable nivelée, humidifiée et tassée.

Figure 28 Sols isolés en béton

Pour maintenir l'efficacité des pédiluves, on recommande de conserver à portée de la main le désinfectant voulu et d'installer un robinet ou un tuyau. Les bains de pieds à même le plancher doivent être munis d'une bande et d'un égout se déversant dans le caniveau le plus proche.

Cloisons et portillons

Les cloisons doivent d'abord être conçues en fonction des besoins particuliers. Bien que les vétérinaires recommandent une cloison pleine, on peut en venir à un compromis en construisant un muret de 450 mm de haut surmonté d'une cloison ajourée.

De cette façon, les déjections ne peuvent passer d'une case à l'autre. Par contre, les cloisons pleines facilitent le nettoyage à jet à haute pression, sans projeter le fumier d'une case à l'autre. D'ordinaire, les cloisons pleines sont construites en bois dur ou en béton. Les cloisons de béton peuvent être coulées en place, ou encore coulées au sol et mises en place par la suite. Les cloisons en bois dur sont construites, de préférence, avec des madriers corroyés de 32 mm d'épaisseur de façon à s'insérer dans un fer en U de 38 mm de largeur. Les montants cannelés en acier servent alors à retenir les madriers fermement alignés. Les cases à porcelets doivent être munies d'une cloison pleine, soit en contreplaqué de 5 plis, en béton coulé sur place, ou en tôle galvanisée.

Il est préférable d'ajourer les cloisons des cases et des couloirs pour faciliter la circulation de l'air. Le commerce offre un large éventail de cloisons, mais il est facile de construire soi-même un cloisonnage ajouré. Parmi les matériaux les plus couramment utilisés, mentionnons le treillis en fil de fer de 6 mm, avec espace de 50 sur 150 mm, les tuyaux de fonte et le fer d'armature du béton. Une forme courante de ces panneaux consiste en un treillis en fil de fer soudé à un cadre de tuyau. Des barres d'acier de 9 mm, centrées à tous les 125 mm, peuvent remplacer le treillis. Le diamètre des tuyaux d'encadrement varie de 25 à 38 mm, selon la longueur du panneau.

La base des cloisons entre les cases est généralement constituée d'un muret en béton plutôt que d'un tuyau. Le muret consolide la cloison et diminue le contact entre le fumier et l'acier. Dans certains cas, on emploie un treillis en fil de fer de 6 mm, sans tuyau supérieur. Toutefois, à moins d'être ondulée, la grille exige le rapprochement des supports. Le treillis

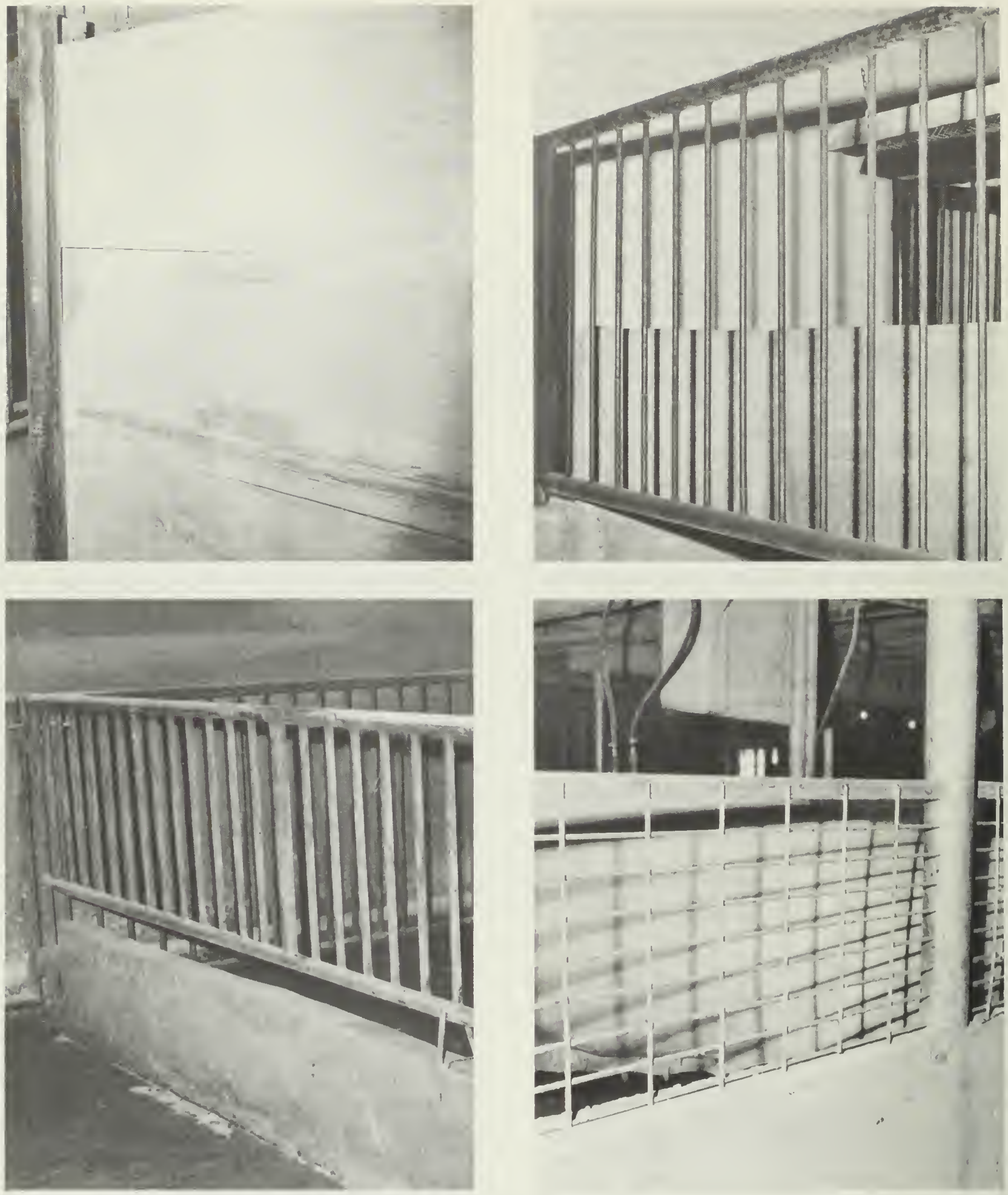


Figure 29 Cloisons de cases fabriquées à la ferme

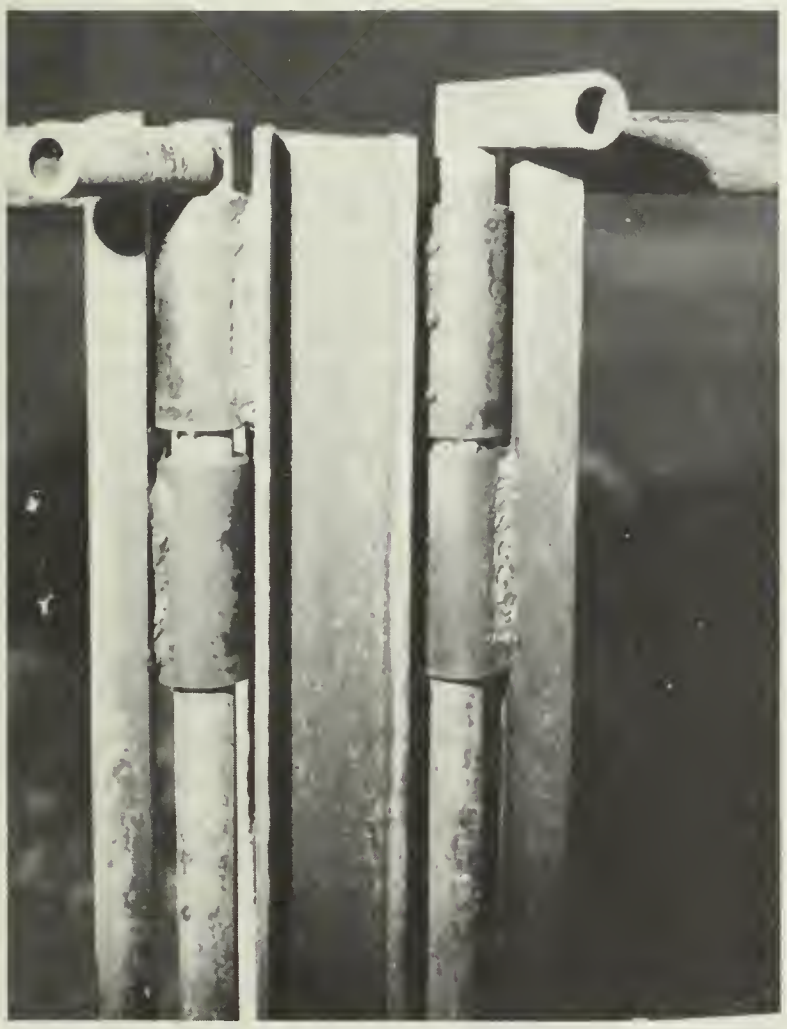


Figure 30 Portes classiques de cases à porcs

n'exige aucun revêtement spécial, à condition qu'il ne touche pas le fumier continuellement. On a constaté, en effet, que les huiles provenant de la peau des porcs agissent comme antirouille. Le nettoyage du treillis sera cependant facilité si ce dernier possède un revêtement qui recouvre et remplit les joints. La galvanisation à chaud ou une peinture pour acier formant une surface de plastique constituent des revêtements efficaces. La figure 29 montre plusieurs cloisons faites à la ferme.

Il est préférable d'utiliser des poteaux d'acier pour les portillons et les encoignures de cloison. Ces poteaux sont en fonte de 1-1/2 pouce et 2 pouces de diamètre, ou en fer en U de 38 mm, jumelé ou triplé, ou en fer d'armature de 30 M. Quant aux charnières, on peut facilement les fabriquer en soudant au poteau et au portillon des bouts de tuyaux enclavés de 3/4 de pouce et en y insérant une tige de fer de 9 mm de diamètre (voir la figure 30).

Même s'il est logique de fixer solidement les poteaux en les posant dans le béton lors du coulage, il pourrait se révéler plus efficace de les installer après coup en pratiquant des trous dans le plancher et en consolidant les montants au moyen de tiges d'ancrage expansibles. Certains constructeurs préfèrent souder les cadres des cloisons aux poteaux, formant ainsi une structure rigide nécessitant moins d'ancrage. Mieux vaut faire la soudure après l'ancrage.

Le tableau 8 indique les hauteurs recommandées pour les cloisons.

TABLEAU 8. Hauteurs recommandées pour les cloisons

Utilisation	Hauteur (mm)
Cloisons pour porcelets	
— jusqu'à l'âge de 4 semaines	400
— jusqu'à l'âge de 8 semaines	600
Cloisons pour cases de post-sevrage	800
Cloisons pour cases de croissance et d'engraissement	900
Cloisons pour cases des truies et des verrats	1 100

VII. VENTILATION ET CLIMATISATION DES PORCHERIES

La rentabilité de la production porcine tient à l'aération suffisante de la porcherie et au réglage de la température, de l'humidité et du mouvement de l'air ambiant, selon les besoins de chaque groupe d'âge des porcs. Les données citées au chapitre I, fruits de recherches scientifiques, démontrent de façon impressionnante comment les porcs en croissance réagissent à une température appropriée. Le présent chapitre expose les principes qui régissent la ventilation et les moyens à prendre pour maintenir le milieu favorable aux porcs reproducteurs, aux truies en gestation et aux porcs en croissance.

Fonctionnement de la ventilation

La figure 31 pose le problème de la ventilation de la porcherie en hiver, pour les porcs en croissance. Les porcs produisent de la chaleur et aident ainsi à maintenir les locaux à une température convenable. D'autre part, leur respiration et les planchers qu'ils mouillent sont autant de sources de vapeur d'eau; cette dernière doit être dissipée par la ventilation, sinon l'air de la pièce devient surchargée et la vapeur se condense au contact des surfaces fraîches des murs et des plafonds.

On pare à cet inconvénient par une ventilation efficace qui dissipe la vapeur d'eau au fur et à mesure de sa production. Notons, par exemple, à la figure 31, qu'un kilogramme d'air froid à l'extérieur occupe, dans les conditions indiquées, un espace de 700 L et ne contient alors que 0,4 g de vapeur d'eau, même s'il s'agit d'air chaud; ainsi porté à une température de 15°C, il subit une expansion, passant de 700 à 820 L. Par cette expansion, sa capacité de rétention de vapeur est grandement accrue car, cet air maintenant chaud et sec, contient encore 0,4 g de vapeur d'eau, ce qui ne représente que 3% d'humidité relative. Autrement dit, si l'humidité relative, à l'intérieur, atteint 100%, l'air intérieur peut maintenant contenir 30 fois plus de vapeur d'eau que l'air extérieur.

Toutefois, il est à déconseiller de laisser monter à 100% l'humidité relative de l'air à l'intérieur. En pratique, une humidité ne dépassant pas 75% permet d'obtenir une atmosphère sèche et confortable et, en même temps, des porcs sains. Ainsi, la vapeur d'eau produite par les porcs et les cases se mélange à l'atmosphère du local jusqu'à ce que chaque kilogramme d'air intérieur soit à 75% d'humidité relative et contienne 8 g d'eau, soit un taux

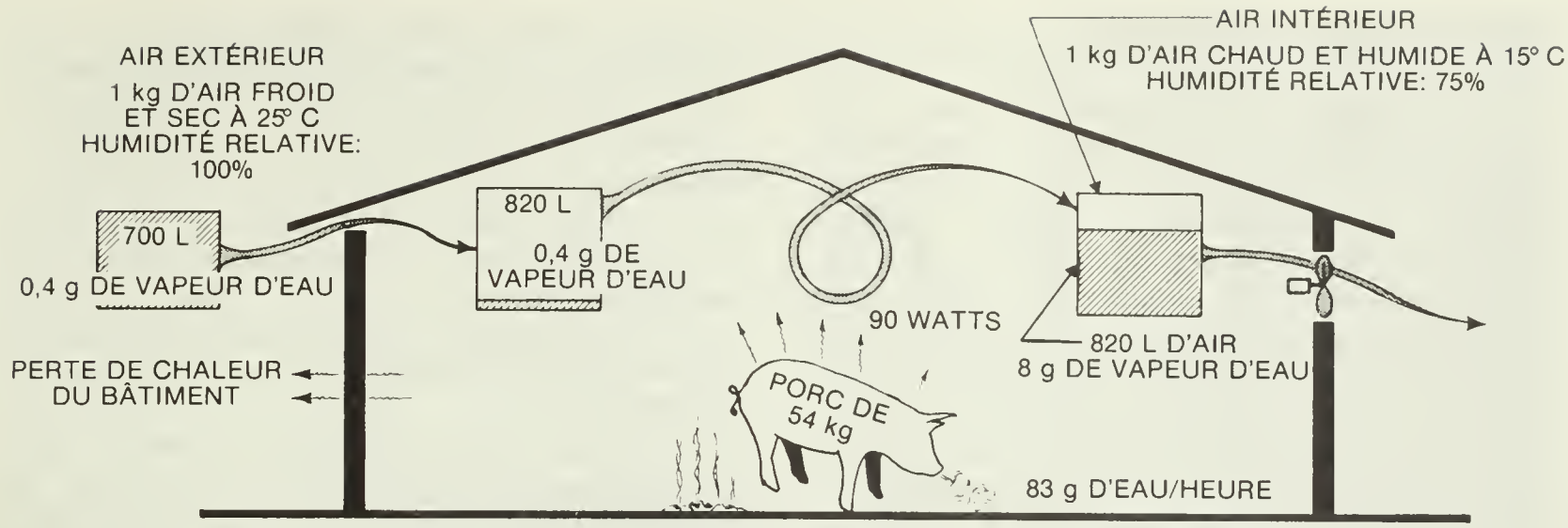


Figure 31 Ventilation hivernale du logement de porcs en croissance en milieu à atmosphère contrôlée

d'humidité de 20% supérieur à celui de l'air extérieur. Cet air chaud et humide est chassé à l'extérieur par des ventilateurs à rendement déterminé. De cette façon, chaque kilogramme d'air, porteur de 0,4 g d'eau à son entrée, est chargé de 8 g d'eau à la sortie, rejetant ainsi 7,6 g de vapeur d'eau, soit 8 — 0,4.

D'après les recherches, le porc dégage environ 86 g de vapeur d'eau à l'heure (voir tableau 9). On peut donc calculer le taux de ventilation requis pour régler l'humidité relative de l'atmosphère ambiante de la façon suivante:

$$\text{Taux de ventilation} = \frac{86 \text{ g vapeur/h}}{7{,}6 \text{ g vapeur/kg d'air}}$$

$$= 11{,}3 \text{ kg d'air/h}$$

Puisque le calcul du rendement des ventilateurs d'évaluation se fait en litres d'air par seconde (L/s), non en kilogrammes d'air par heure (kg/h), l'équation devient la suivante:

$$\frac{11{,}3 \text{ kg/h} \times 820 \text{ l/kg}}{60 \times 60 \text{ s/h}} = 2{,}6 \text{ L/s, pour un porc}$$

Des calculs analogues à ce qui précède ont été effectués pour formuler les recommandations sur la ventilation illustrées au tableau 10.

Bilan de la chaleur

Malheureusement, il faut beaucoup de chaleur pour réchauffer tout cet air froid, et encore une bonne quantité pour compenser les pertes de chaleur à travers le plafond, les murs et la fondation. Parfois, surtout quand il s'agit de porcelets, la chaleur des animaux ne suffit pas au maintien d'une ventilation suffisante et, en même temps, d'une température convenable. Si l'on maintient le rythme de la ventilation, la porcherie se refroidit. Si on y maintient la chaleur convenable en ajustant le thermostat du ventilateur expulseur à 15°C, par exemple, ce dernier part et s'arrête automatiquement pour ainsi équilibrer le budget thermique. Ceci aura pour effet de réduire la ventilation à une fraction du taux exigé pour enlever efficacement l'humidité; d'où, inévitablement, une porcherie humide et des porcs malades, si cet état de choses n'est pas corrigé.

Une correction évidente vient à l'esprit, soit de fournir un complément de chaleur pour combler le déficit. Toutefois, la chose n'est pas aussi simple. Voyons plutôt.

Coefficient de ventilation et bilan thermique

Il faut augmenter le taux de ventilation à mesure que s'élève la température extérieure de la porcherie et que l'apport d'air y accroît la chaleur et l'humidité.

Si le sol des cases est ajouré à 35%, aucun chauffage n'est nécessaire tant que la température extérieure est supérieure à −15°C; même à une température inférieure, le besoin de chauffage est beaucoup moindre si le sol est ajouré que s'il est plein. Il faut toutefois tenir compte du fait que ces températures sont hypothétiques, et qu'elles ont été calculées à partir de données qui sont peut-être périmées (Bib.2). La production de chaleur et d'humidité chez les porcs en croissance peut facilement varier de 300%, dépendant de l'heure et de la journée (et de l'activité des porcs), de l'humidité des plancher causées par les déjections) et d'autres facteurs. Ces taux de ventilation et de besoins en chaleur constituent donc uniquement des chiffres approximatifs fondés sur des conditions «moyennes».

Contrôle des ventilateurs

La figure 32 met en évidence un autre fait significatif, à savoir: par temps froid, le taux de ventilation est presque constant. Toutefois, lorsque la température extérieure s'élève au-dessus du point de congélation, le taux de ventilation s'accroît rapidement. Par une température supérieure à 20°C, les porcs de croissance et d'engraissement d'un poids moyen de 54 kg ont besoin d'environ 30 L d'air/minute, soit à peu près dix fois plus que par temps froid. Aussi, pour une bonne ventilation, il faut choisir des ventilateurs dont le rendement sera en fonction des besoins.

Si un ventilateur unique fonctionne et arrête selon les besoins (par exemple, à partir de 2,6 L/s en hiver, jusqu'à 30 L/s en été), l'appareil ne marche même pas 10% du temps par temps froid. Dans ces conditions, la température de la porcherie varie de façon exagérée. La figure 33 illustre une méthode plus efficace faisant appel à trois ventilateurs (ou à trois groupes de ventilateurs) commandés par autant de thermostats réglés à quatre différents paliers de rendement. À la figure 33, le graphique du haut fait voir les mêmes courbes de ventilation qu'à la figure 32, pour l'équilibre de l'humidité et de la température. Surimposés à ces courbes apparaissent les rendements d'ordre pratique que l'on peut obtenir par le choix judicieux de la puissance des ventilateurs et par le réglage des thermostats.

Au surplus, d'autres facteurs entrent en ligne de jeu, savoir: la température intérieure, la taille des porcs, leur activité (dormir, manger, jouer), et même jusqu'au type de sol. Le tableau 9 montre l'effet qu'exerce la température intérieure et le type de sol sur les quantités de chaleur et d'humidité produites par des porcs en croissance.

Dans le tableau 9, on constate également qu'en abaissant la température de la pièce de 15°C à 10°C, le fait d'ajuster les thermostats à

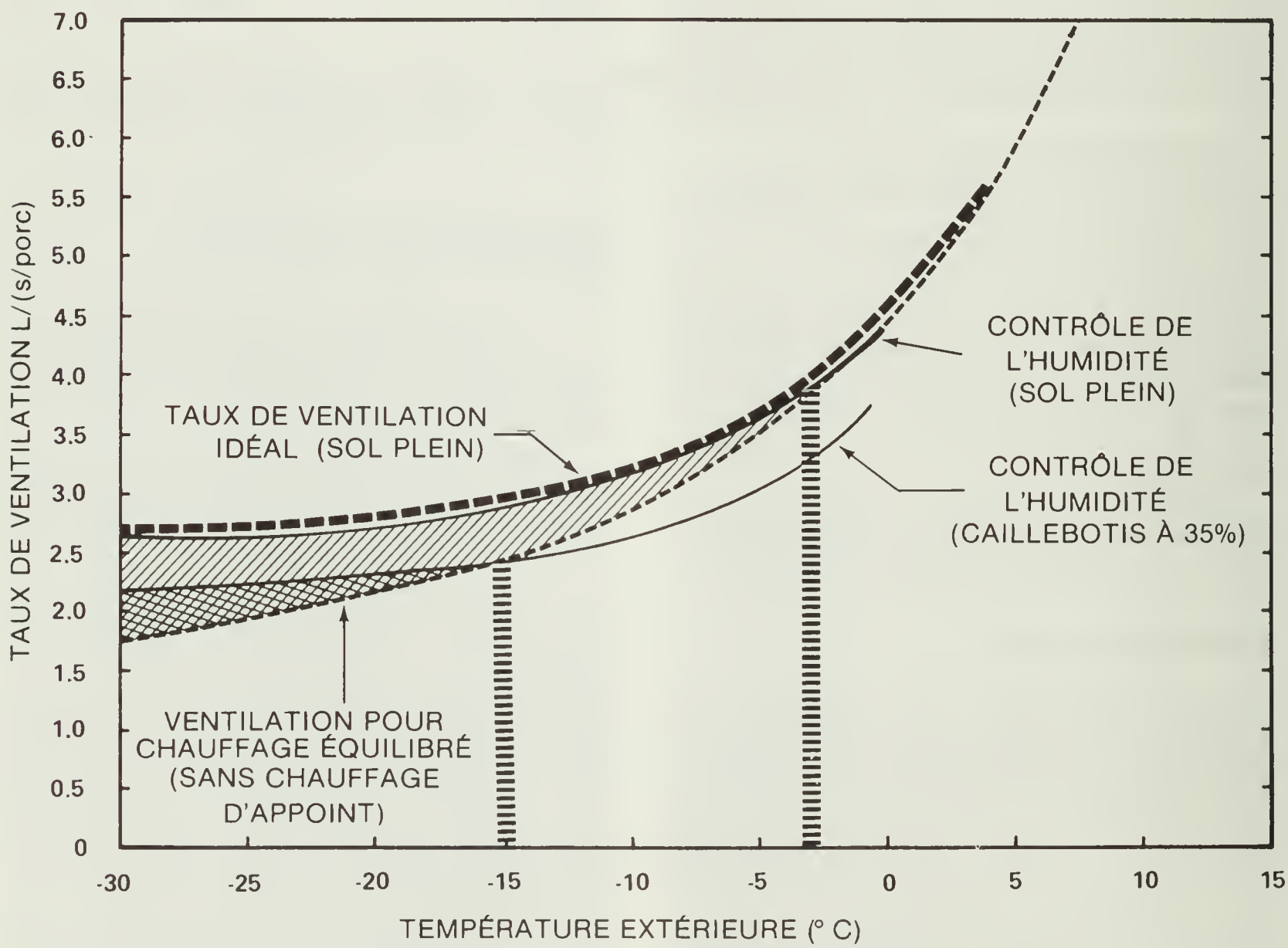
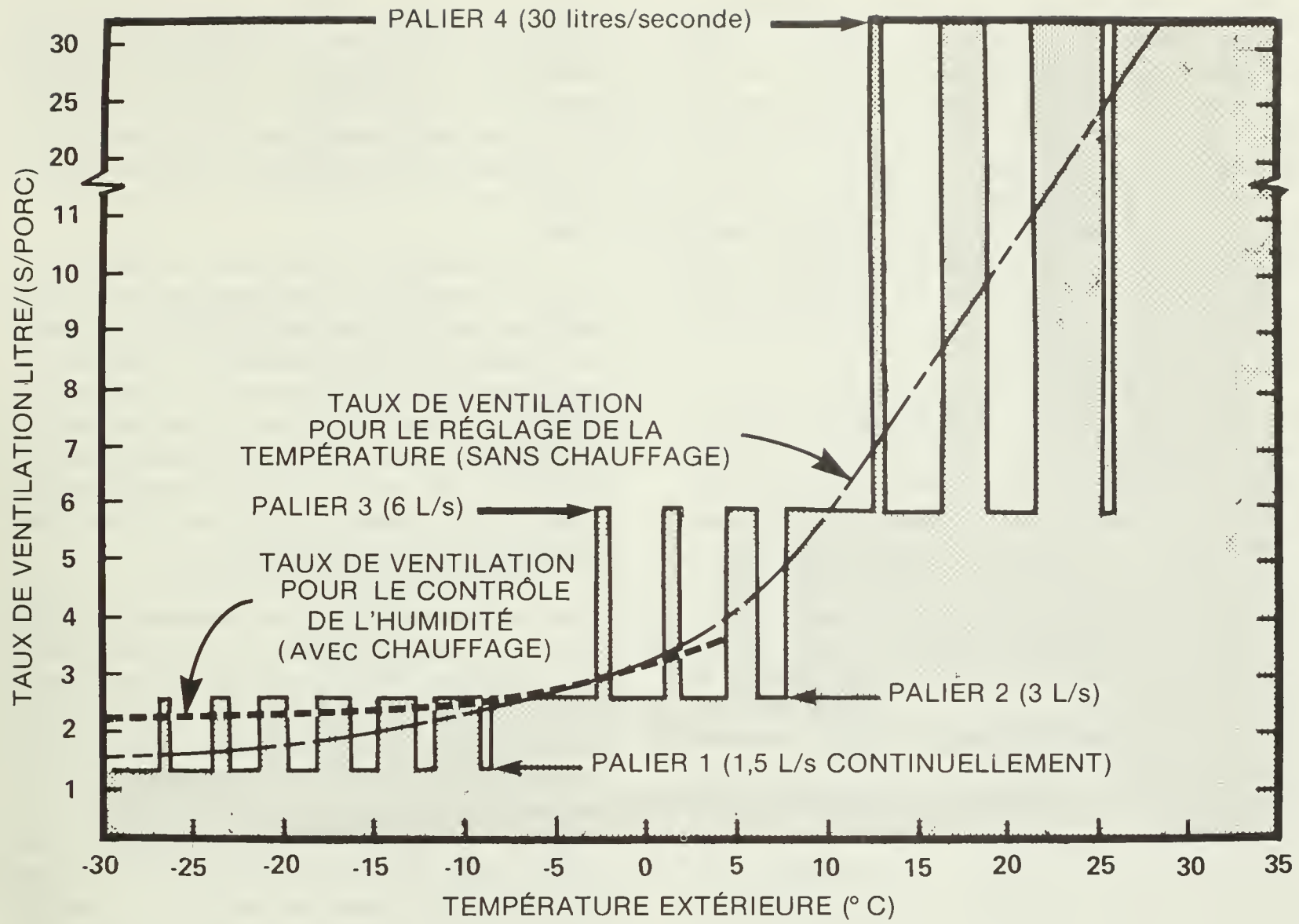


Figure 32 Coefficient de ventilation pour régler la température et l'humidité dans une section de croissance et d'engraissement



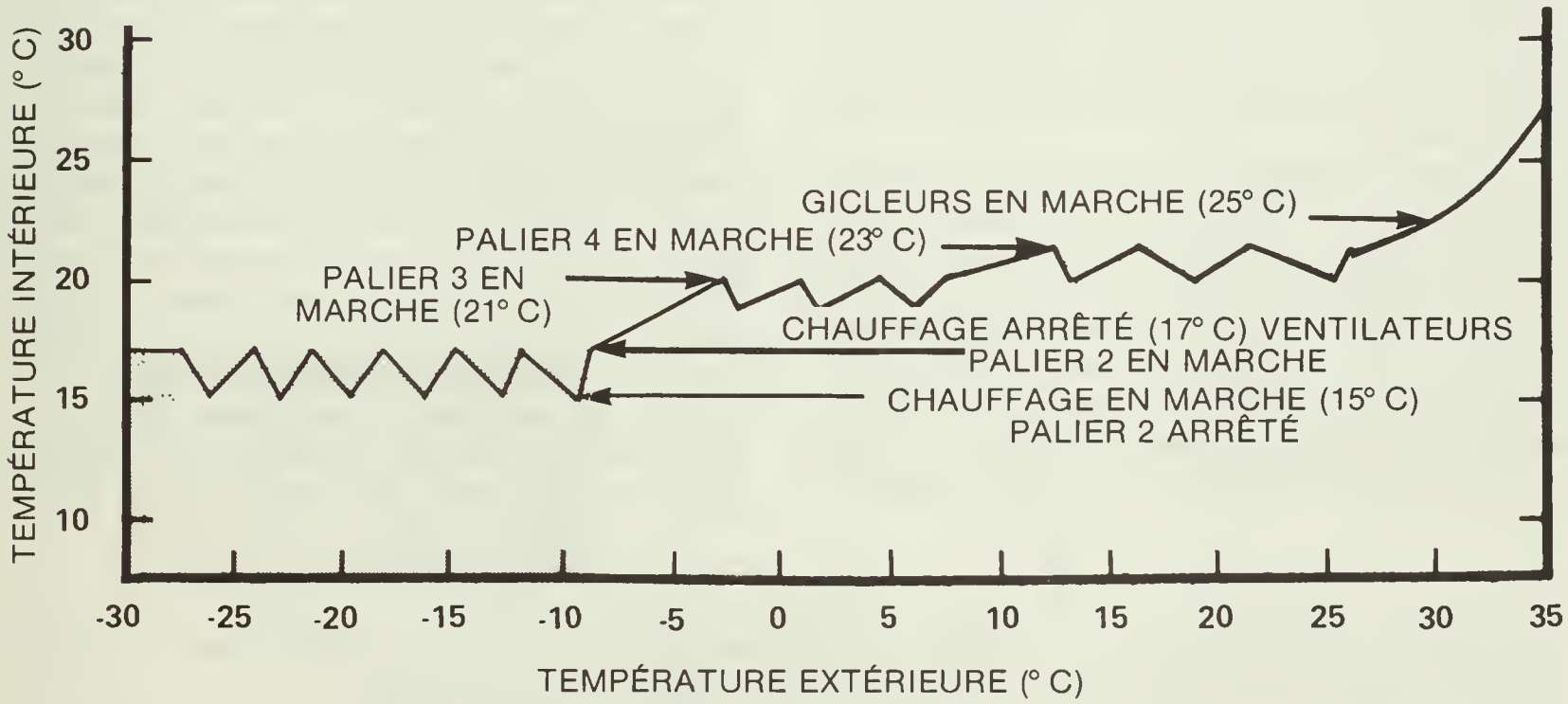


Figure 33 Emploi de thermostats et d'un ventilateurs à paliers pour régler automatiquement la ventilation

un bas niveau activera la ventilation et diminuera l'excès d'humidité. Néanmoins, il est préférable de chauffer selon le besoin, pourvu que les dépenses en électricité ou en combustible soient inférieurs aux dépenses relatives à l'énergie des fourrages.

On remarque également au tableau 9 que, sur un sol partiellement ajouré, la production de vapeur d'eau diminue sensiblement. En effet, il semble qu'un sol en béton mouillé dégage plus de vapeur qu'un caillebotis recouvrant une fosse à lisier.

La figure 32 fait voir le rapport entre la température extérieure et la ventilation. L'équilibre ventilation-chaleur suppose une température inférieure de 15° et une humidité relative de 75%. Il s'agit là du rendement moyen des ventilateurs à contrôle thermostatique, en l'absence d'un chauffage d'appoint. Mais si l'on règle la ventilation en fonction du pourcentage d'humidité au lieu de la chaleur, on obtient des courbes fort différentes. Fait à noter, lorsque la température extérieure est inférieure à -3°C, les taux de ventilation qu'exige un bon contrôle de l'humidité (dans le cas des sols pleins) dépassent ceux qui sont requis pour maintenir la température.

En d'autres termes, pour maintenir la porcherie sèche et chaude, il faut chauffer la pièce suffisamment pour faire passer à +15°C la masse d'air arrivant à la température extérieure. Ainsi, grâce au «taux de ventilation idéal», la production porcine deviendra plus économique.

Il est d'importance primordiale que le premier palier soit réglé à un taux inférieur au besoin minimal de ventilation, de façon qu'il y ait une ventilation continuelle même par temps très froid, soit 1,5 L/s, comme l'indique la figure. On peut régler les paliers 1 et 2 au moyen d'un seul ventilateur à deux vitesses; il s'agit de raccorder ce dernier pour qu'il fonctionne sans interruption à faible vitesse jusqu'à ce que le premier thermostat le lance à plein. Il importe de choisir un ventilateur à deux vitesses qui fonctionne à 50% de sa capacité lorsqu'il est réglé à faible vitesse; en effet, un grand nombre de ventilateurs fonctionnent aux deux tiers de leur capacité lorsqu'ils sont à faible vitesse, ce qui est trop rapide pour le palier 1.

Pour obtenir la ventilation indiquée à la figure 33, les thermostats doivent être réglés dans des écarts de température. Pour assurer le bon réglage thermostatique, il importe de rassembler tous les appareils, de préférence au centre de la pièce à ventiler. Il faut monter les thermostats côte à côte, à la hauteur de vue et face à un couloir, mais à l'abri de tout courant d'air venant d'une prise, d'une porte ou d'un appareil de chauffage.

Afin de ne pas gaspiller de chaleur, on peut relier la commande de température au thermostat de ventilation pour être certain que le chauffage est coupé lorsque la ventilation atteint le palier 2, et vice versa. Il suffit d'utiliser le même thermostat pour contrôler les deux dispositifs. Un grand nombre de thermostats pour usage agricole (par exemple, le modèle Honeywell T631A) possèdent trois bornes pouvant être raccordées à des conducteurs à deux sens (modèle SPDT) de telle manière que le même thermostat puisse contrôler le chauffage ou la ventilation. D'ordinaire, il existe un écart d'environ 1 ou 2°C entre la température du départ et celle de l'arrêt. Le graphique du bas (figure 33) montre comment, par temps froid, le thermostat fonctionnant en palier 2 garde la température intérieure entre 15°C et 17°C. Lorsque la température de la pièce atteint 17°C, ce thermostat met en marche le ventilateur en palier 2 et, au même moment, arrête le chauffage. En palier 2, lorsque la ventilation fonctionne et que le chauffage est coupé, la température passe à 15°C; par la suite, le thermostat arrête le

TABLEAU 9. Production de chaleur et d'humidité, selon les conditions par les porcs en période de croissance et d'engraissement (poids moyen: 54 kg)

Température ambiante (°C)	Production de chaleur (W/porc)	Production de vapeur d'eau—sol plein (g/porc/h)	Production de vapeur d'eau—sol ajouré à 35% (g/porc/h)
30	137	154	154
25	134	121	107
20	140	97	81
15	151	83	70
10	168	75	67

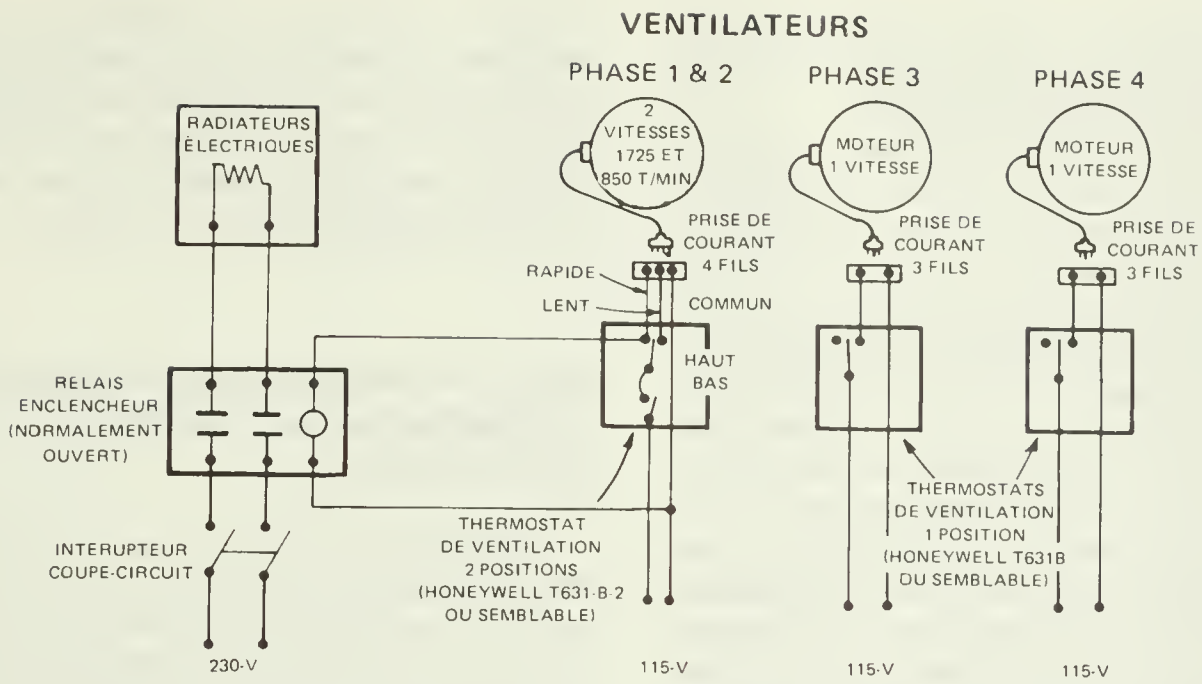


Figure 34 Emploi de thermostats et d'un ventilateur à deux vitesses pour les paliers 1 et 2 (quatre paliers de ventilation) pour régler automatiquement la ventilation

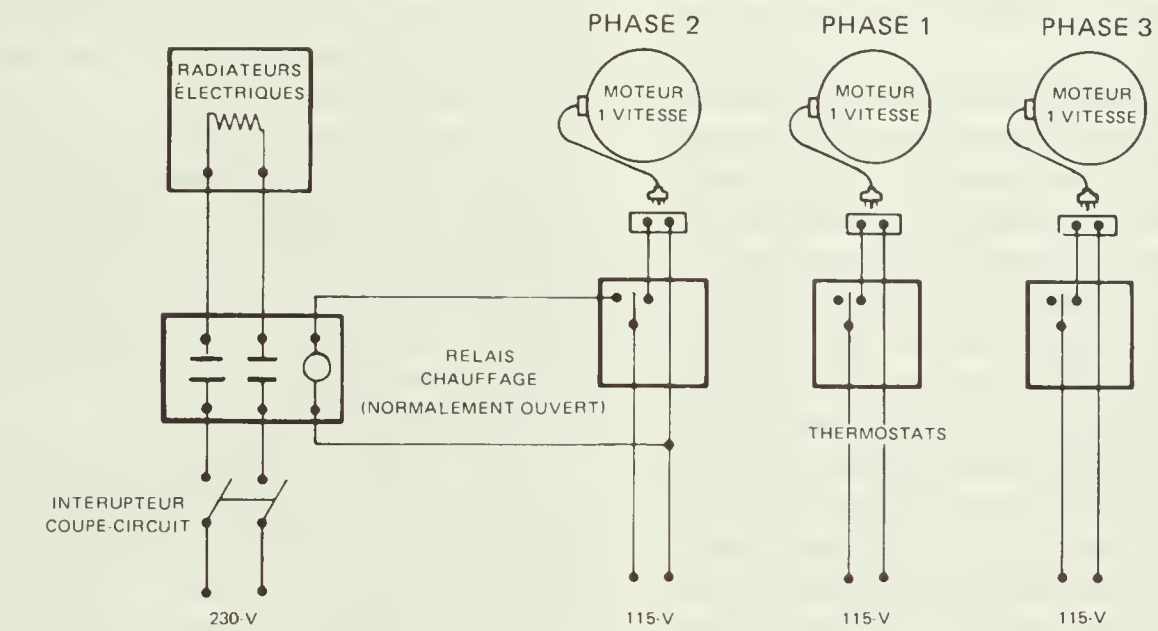


Figure 35 Emploi de thermostats et de trois ventilateurs à vitesse unique (trois paliers de ventilation) pour régler automatiquement la ventilation

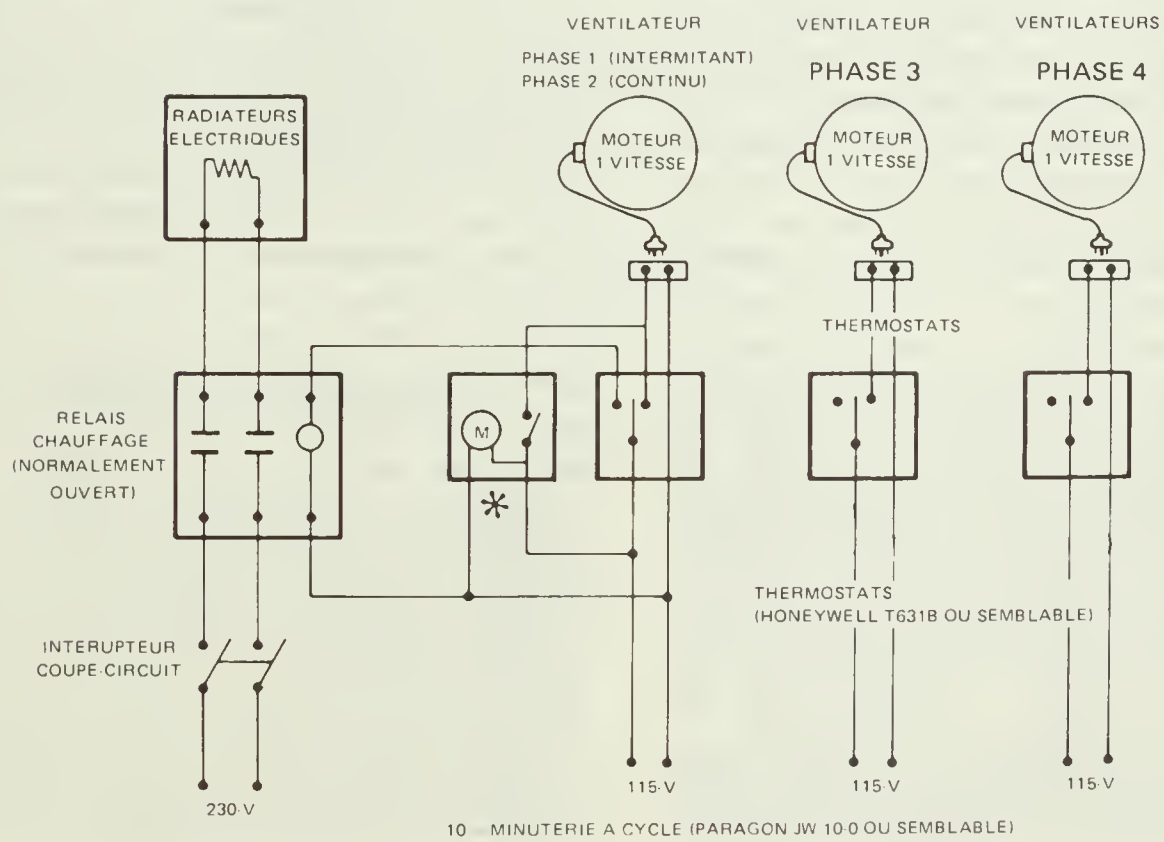


Figure 36 Emploi de thermostats et d'une minuterie réglable à cycles, pour régler la ventilation intermittente du palier 1

ventilateur en palier 2 et fait fonctionner le chauffage; la température de la pièce monte à nouveau à 17°C, et le cycle se répète.

La figure 34 expose la façon de raccorder ce système. Lorsque la température extérieure s'élève, des thermostats distincts mettent en marche les ventilateurs en paliers 3 et 4 afin de maintenir la température de la porcherie à un niveau stable. Si le bâtiment est chauffé à l'électricité, la charge sera trop forte pour être contrôlée directement par le thermostat d'enclenchement, et, d'ordinaire, un relais est donc placé dans le circuit de chauffage.

La figure 35 montre un autre système de contrôle, en fonction duquel deux ventilateurs distincts sont utilisés afin de passer aux paliers 1 et 2. La meilleure façon d'atteindre un taux de ventilation en palier 2 qui soit le double de celui en palier 1 consiste à avoir deux ventilateurs de même puissance.

Dans certaines porcheries, la ventilation des cases de mise base et de post-sevrage pose un autre problème, car même le plus petit ventilateur disponible dépasse la ventilation nécessaire en palier 1. Comme l'utilisation d'un ventilateur de trop grande capacité gaspille beaucoup d'énergie dispendieuse, deux choix se présentent aux éleveurs, savoir: 1. acheter le plus petit ventilateur disponible et en limiter le rendement au moyen d'un dédecteur réglage, tout en prenant les précautions voulues pour ne pas imposer au ventilateur un rythme au ralenti qui entraîne le surchauffement du moteur; ou 2. régler ce ventilateur pour qu'il fonctionne de façon intermittente. Dans ce cas, il est préférable de régler le ventilateur pour qu'il fonctionne en palier 1 de façon intermittente plutôt que de trop ventiler la porcherie.

La figure 36 expose la façon de régler le jeu intermittent de la ventilation en palier 1. Tout d'abord, si de l'air frais entre par les combles, il faut s'assurer qu'ils sont bien aérés. Lorsque le thermostat en palier 1 ou 2 nécessite une ventilation minimale, on peut régler le premier ventilateur au moyen d'un commutateur qui l'arrête et le fait fonctionner toutes les 10 minutes. Pour obtenir le taux de ventilation réduit désiré, il suffit de régler le commutateur lorsque le ventilateur fonctionne. Par exemple, afin d'obtenir une moyenne de 120 L/s avec un petit ventilateur dont le régime est de 300 L/s, on doit régler la minuterie pour que le ventilateur fonctionne pendant 4 minutes lors de chaque cycle de 10 minutes; on obtient alors (4/10 x 300 L/s = 120 L/s. Dans le cas d'un ventilateur en palier 2, le thermostat d'enclenchement fonctionne indépendamment de la minuterie: ainsi, le système de ventilation fonctionne (dans cet exemple, à 300 L/s) jusqu'à ce que la température de la pièce baisse, puis, le ventilateur passe au cycle intermittent, et le chauffage reprend à nouveau.

Recommandations en matière de ventilation et de chauffage pour les porcs

Dans l'exemple de ventilation ci-dessus, les données sont calculées seulement pour les porcs en croissance et à l'engraissement; mais les principes valent également pour les porcs de tous âges. Le tableau 10 résume les recommandations touchant la ventilation et le chauffage complémentaire pour les porcheries de type courant bien isolées.

Il est à noter, selon ce tableau, que le rendement des ventilateurs s'accroît selon la température extérieure, comme l'illustre la figure 33. Il est pratique d'installer trois groupes de ventilateurs à quatre paliers dans les grandes sections, comme celles d'accouplement et de gestation, et celles de croissance et d'engraissement.

Par ailleurs, les pièces servant à la mise bas et au post-sevrage sont généralement trop petites pour justifier l'installation de plus de deux ventilateurs. Aussi, les paliers 2 et 3 doivent être combinés en un seul.

Il est à noter aussi, au tableau 10, que le chauffage complémentaire comprend toutes les sources de chaleur autres que la chaleur animale. Ainsi, par exemple, si chaque compartiment pour porcelets est muni d'une lampe chauffante de 250 watts, cette dernière fournit une partie de la chaleur nécessaire pour équilibrer la ventilation et le chauffage si la température extérieure est près du point de congélation; toutefois, il faut augmenter le chauffage dans la pièce quand la température extérieure baisse au-dessous du point de congélation. Dans les cas où deux catégories de porcs occupent la même pièce (par exemple, truies au stade de la gestation et porcelets sevrés), les besoins globaux en ventilation et en chauffage peuvent s'établir d'après la somme des exigences de chaque groupe. La température minimale de la pièce, dans le cas qui nous occupe, devrait être réglée à 21°C pour le confort des porcelets, d'où la nécessité d'accroître le chauffage d'appoint.

TABLEAU 10. Recommandations en matière de ventilation et de chauffage des porcheries

Catégorie de porcs et type de logement	Température minimale intérieure en hiver (°C)	Taux de ventilation par palier de vitesse (pieds cubes/minute/porc)				*Chauffage complémentaire (B.T.U./porc/heure) en fonction de la température extérieure								
		Palier 1 (ventilation continue, hiver)	Palier 2 réglage de température, hiver)	Palier 3 (réglage de température, printemps et automne)	Palier 4 (réglage de température, été)	-40°C	-34°C	-29°C	-23°C	-18°C	-12°C	-7°C	-1°C	+4°C
TRUIE TARIE (poids moyen 180 kg)														
—Porcherie d'accouplement-gestation, cases collectives de 1,2 à 2 m² par tête	10°C	2.5	5.0	15	60	103	65	28	0	0				
—Porcherie d'accouplement et de gestation avec quelques stalles individuelles	16°C	2.0	4 0	15	60	107	75	49	23	1	0			
TRUIE SUITÉE (avec portée)														
—Cases de mise bas servant à l'allaitement jusqu'à l'âge de 3 semaines	**16°C	7	14		100	776	703	630	557	483	410	337	264	190
—Cases de mise bas servant à l'allaitement jusqu'à l'âge de 6 semaines	**16°C	7	20		130									
PORCELETS SEVRÉS (de 4 à 25 kg)														
—Élevage discontinu (par bandes) porcs sensiblement du même âge, 0,25 m² par tête	21°C	0.7	1.4		15	79	70	61	52	44	36	29	22	16
—Élevage en continu de porcs de 7 à 25 kg; 0,25 m² par tête	21°C	0.9	1.5		15									
PORCS DE CROISSANCE ET D'ENGRAISSEMENT—SOL PLEIN (0,5 à 1 m²/porc)														
—croissance (23 à 57 kg)		1.2	2.5	5	20	84	69	54	40	28	16	4	0	
—finition (57 à 90 kg)	***16°C	2	4	8	32	100	82	63	47	29	15	0		
—croissance—finition (23 a 90 kg)		1.5	3	7	25	88	72	56	41	26	15	0		
A 35% DE CAILLEBOTIS (0,4 à 0,8 m²/bête)														
—croissance (23 à 57 kg)		1.2	2.5	5	22	48	37	25	13	2	0			
—finition (57 à 90 kg)	***16°C	1.5	3	6	40	56	41	25	12	0				
—croissance—finition (23 à 90 kg)		1.5	3	6	30	50	37	23	12	0				

*Le chauffage complémentaire est établi en fonction de l'espace par tête, selon les indications du tableau, pour une construction sans fenêtres ayant un indice d'isolation au plafond et dans les murs de R-3,5 et de R-1,4 sur le pourtour de la fondation Dans le cas de bâtiments moins isolés, ou si l'espace par animal est plus grand, augmenter le chauffage pour compenser la déperdition accrue de chaleur Si le bâtiment n'est pas rempli à capacité, établir le chauffage complémentaire comme s'il était entièrement occupé, mais réduire la ventilation en hiver

**Une température de 16°C convient à la truie, mais les porcelets nouveau-nés demandent 27°C Aménager un compartiment pour les porcelets et y diminuer graduellement la chaleur jusqu'à 22°C, au rythme de leur croissance

***La température minimale intérieure est de 16°C lorsqu'on utilise le chauffage complémentaire En l'absence de ce type de chauffage, régler le thermostat à 10°C pour le palier 2 si on prévoit du temps froid

Avantages du ventilateur expulseur

Il est possible d'installer des ventilateurs qui expulsent l'air d'un bâtiment ou en soufflent à l'intérieur. Dans ce dernier cas, il faut installer un conduit qui répartit l'air frais dans la pièce, ainsi, cette dernière aura une pression légèrement supérieure à celle de la pression atmosphérique extérieure. Ce système ne comporte aucun avantage particulier, mais présente deux inconvénients importants, savoir: 1. La friction causée par l'air entrant par le conduit exige un effort supplémentaire du ventilateur, ce qui gaspille de l'énergie électrique; 2. De l'air humide et chaud est parfois soufflé dans les fissures et les poches d'air froid à l'intérieur des murs et des combles, et la condensation qui se forme alors peut endommager la structure du bâtiment.

Ce sont là les raisons pour lesquelles on recommande d'installer des ventilateurs expulseurs (ou ventilateurs à pression négative) dans la plupart des bâtiments agricoles.

Prises et répartition d'air frais

Les appareils expulseurs et les contrôles ne constituent que la moitié du système de ventilation. L'autre partie importante comprend les prises d'air, dispositifs qui déterminent la circulation et la répartition de l'air dans la pièce à aérer.

La circulation de l'air doit tenir compte de deux conditions de température. En automne, en hiver et au printemps, l'air extérieur est généralement beaucoup plus froid que l'atmosphère à l'intérieur du bâtiment; l'air frais doit donc être dirigé loin des porcs pour éviter le froid au niveau du plancher. Par contre, durant les chaleurs de l'été, les porcs en claustration dans les cases d'engraissement peuvent être fortement incommodés si aucun courant d'air frais n'est dirigé au niveau du sol pour en chasser la chaleur excessive.

Voyons d'abord le problème qui se pose en hiver. Il faut se reporter à la figure 31 et noter qu'un kilogramme d'air froid en hiver occupe à peine 700 L, alors qu'un kilogramme d'air à 15°C remplit 820 L à l'intérieur de la porcherie.

Autrement dit, l'air froid prend une légère expansion et devient plus léger lorsqu'il se réchauffe.

Voyons maintenant ce qui se passe quand l'air froid s'introduit dans la masse d'air chaud à l'intérieur de la porcherie. L'air froid est plus lourd que l'air chaud ambiant. Il descend donc rapidement jusqu'au sol en occasionnant des courants d'air froid, comme l'illustre la figure 37A. Selon certaines recherches, la solution à ce problème consiste i) à diriger l'air froid au niveau du plafond (le plus loin possible au-dessus des porcs), et ii) à le projeter avec force dans la pièce pour favoriser son mélange rapide à l'atmosphère et empêcher qu'il ne descende, comme l'indique la figure 37B.

Un jet d'air d'une vélocité de 4 mètres/seconde (m/s) à travers les bouches d'air suffit à peine; il est préférable d'avoir une vélocité de 5 m/s. De plus, le courant d'air à l'arrivée demeure en suspension et s'avance plus loin horizontalement s'il s'écoule le long de la surface lisse du plafond, du fait qu'il ne se mélange pas immédiatement à l'air chaud des surfaces supérieure et inférieure. De petites irrégularités du plafond peuvent dévier le courant d'air vers le plancher; il est donc recommandé de ne pas y attacher, près des prises d'air, des objets comme des fils électriques. De plus, si le plafond est revêtu de tôle ondulé, il faut que les ondulations soient parallèles à la direction du courant d'air.

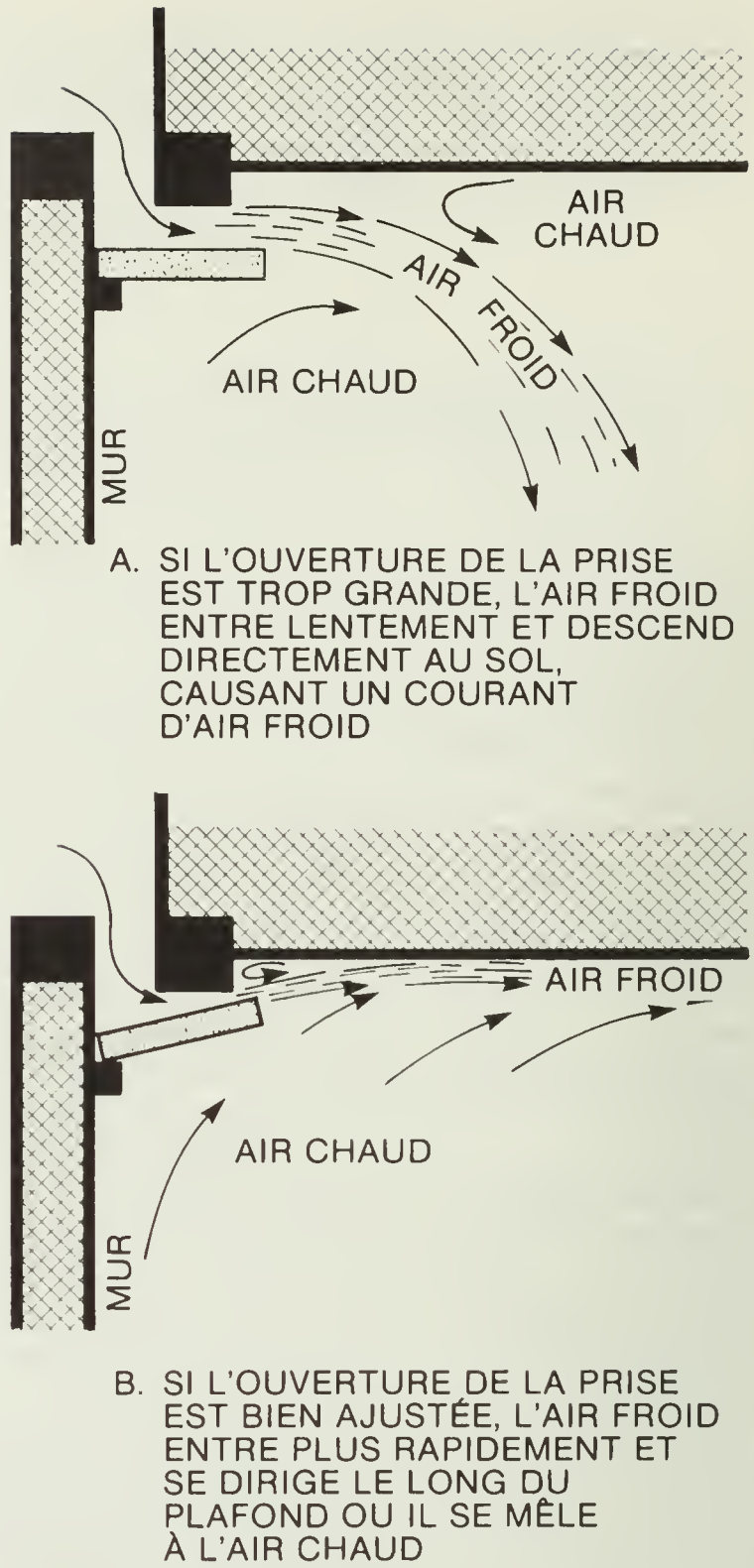


Figure 37 Effet produit par les dimensions de la prise d'air sur le courant d'air frais

La quantité d'air aspirée par les prises est fonction du rendement des ventilateurs expulseurs. Toutefois, la vélocité du jet d'air est tributaire à la fois du rendement des ventilateurs et du diamètre de toutes les bouches. Pour maintenir la vélocité recommandée (4 m/s) nécessaire au mélange approprié, les bouches doivent être réglables. Il est recommandé d'assurer un mètre carré de bouche d'air par 5000 L/s de vélocité. Certains dispositifs sensibles à tout changement de pression règlent automatiquement le diamètre des bouches selon les paliers de ventilation. Ces

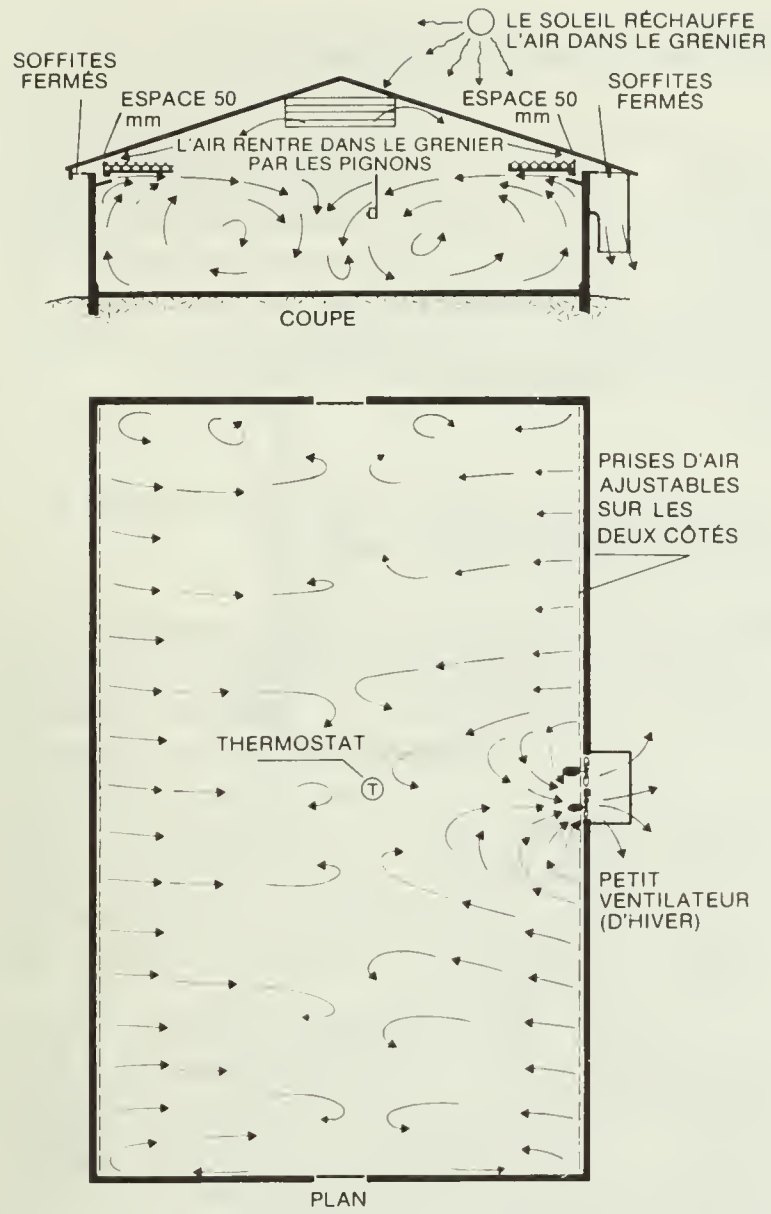


Figure 38 Configuration de la circulation de l'air à partir de prises d'air, dans le mur latéral, réglées pour l'aération en automne, en hiver et au printemps

dispositifs ne sont pas à l'épreuve des fausses manoeuvres, puisqu'une ouverture accidentelle (par exemple, une porte laissée ouverte) permet à une grande quantité d'air d'entrer à une extrémité du bâtiment; ensuite, les prises d'air se ferment automatiquement, et le reste de la porcherie n'est pas ventilé.

Par mesure de prudence, l'éleveur averti peut régler manuellement les prises d'air au moyen d'un treuil et d'un système de poulies. Par temps froid, il faut régler manuellement les ouvertures au palier 1 de ventilation de manière à assurer 4 m/s. Ainsi, au passage de la ventilation au palier 2 la vélocité s'accélère à environ 7 m/s. Au printemps et à l'automne, il faut passer au palier 3; il s'agit alors d'ouvrir les prises d'air afin d'assurer une vélocité d'au-moins 4 m/s, ce qui est possible avec les ventilateurs fonctionnant à faible vitesse. Durant les chaleurs de l'été, pour le palier 4, il vaut mieux incliner vers le bas le déflecteur de la prise d'air pour diriger l'air frais vers le sol, sauf si des porcelets sont exposés directement au courant d'air. Aux figures 26 et 27 (pages 37 et 38) du chapitre VI, on trouvera plusieurs modèles améliorés de prises d'air facilement réglables.

La circulation de l'air dans une pièce tient beaucoup plus de l'orientation et de la vélocité du courant d'air frais que de la disposition des ventilateurs expulseurs. La figure 38 illustre les résultats d'essais effectués au moyen de fumée, dans un bâtiment modèle. Les bouches

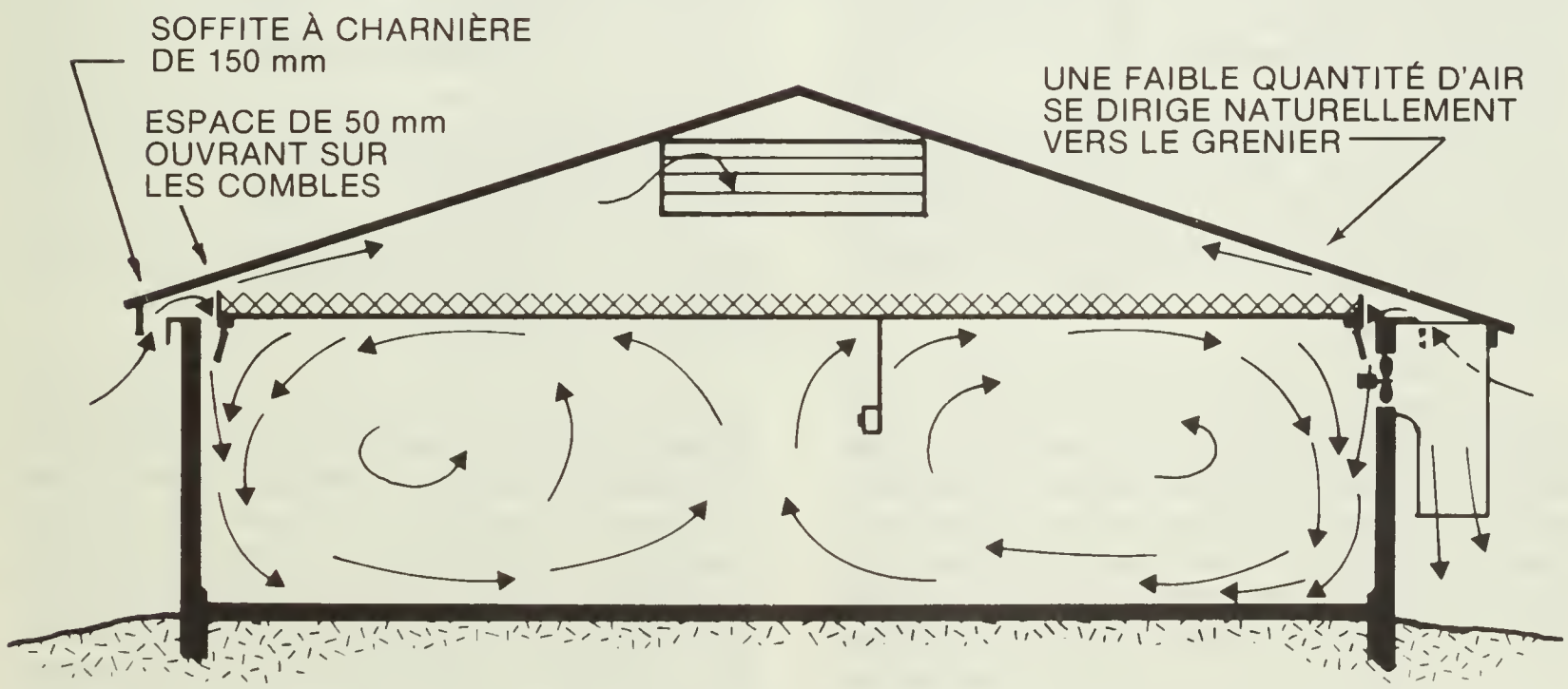


Figure 39 Configuration de la circulation de l'air à partir de prises d'air réglées pour l'aération durant les chaleurs

des prises d'air murales sont réglées correctement pour la ventilation hivernale, selon la figure 34B. On remarque, dans la figure 35 (coupe) que l'air frais entrant à la vélocité de 5 m/s possède assez de force pour déplacer lentement l'atmosphère de la pièce de manière qu'elle forme deux boucles se réunissant près du milieu. Ce lent mouvement de l'air revêt une grande importance; en effet, il empêche la formation de couches d'air froid et d'air chaud, et assure un apport d'air frais dans toutes les cases.

La figure 38 étudie les conditions qui règnent dans un bâtiment d'une largeur d'environ 10,8 m, ayant un plafond d'une hauteur de 2,7 m. Les axes des deux tourbillons mesurent environ 5 m de largeur. Si la prise d'air d'un seul mur latéral était ouverte, le résultat ne serait pas le même. En effet, la vélocité de l'air frais ne suffirait pas à pousser l'atmosphère de la pièce en un seul tourbillon. Toutefois, une seule ouverture murale située à l'opposé des ventilateurs pourrait assurer une circulation d'air satisfaisante dans une pièce d'une largeur d'à peu près 6 mètres (par exemple, logement des truies au stade de la mise bas).

On note, à la figure 38 (plan géométrique), que l'aire directement touchée par les ventilateurs expulseurs est relativement restreinte. En effet, si les prises d'air sont correctement conçues, la disposition des ventilateurs a relativement peu d'importance.

La figure 39 fait voir le même bâtiment, mais avec des prises dont les déflecteurs sont réglés de manière à diriger l'air frais le long des murs par temps chaud. Cette disposition convient au logement des truies taries et des porcs au stade de la croissance et de l'engraissement, car la chaleur fatigue davantage ces catégories d'animaux. Dans le cas présent, l'air chaud circule en sens inverse par rapport à celui de la figure 38 (coupe). Les recherches effectuées à cette fin établissent que dans ces conditions, la circulation de l'air est accélérée au niveau du plancher et empêche la formation de poches d'air chaud (réf. 10).

Les figures 38 et 39 mettent en évidence un autre principe régissant la ventilation. Par temps froid, l'air frais arrive aux bouches des prises par les combles. Cette disposition permet au soleil de réchauffer légèrement l'apport d'air et de favoriser l'équilibrage de la chaleur. Par beau temps ensoleillé, la température de l'air s'élève de 1 à 3°C. Ce système n'est d'aucun secours la nuit, lorsque le besoin de chauffage se fait le plus sentir, mais il aide à assainir la porcherie dans le cas où le chauffage complémentaire est insuffisant.

En été, la température sous les combles peut dépasser sensiblement celle de l'extérieur. Aussi, l'air frais (figure 39) passe par les ouvertures des panneaux à charnières pratiquées sous la corniche. Ces ouvertures sont beaucoup plus grandes que celles conduisant de l'avant-toit aux combles, pour assurer l'apport direct de l'air extérieur.

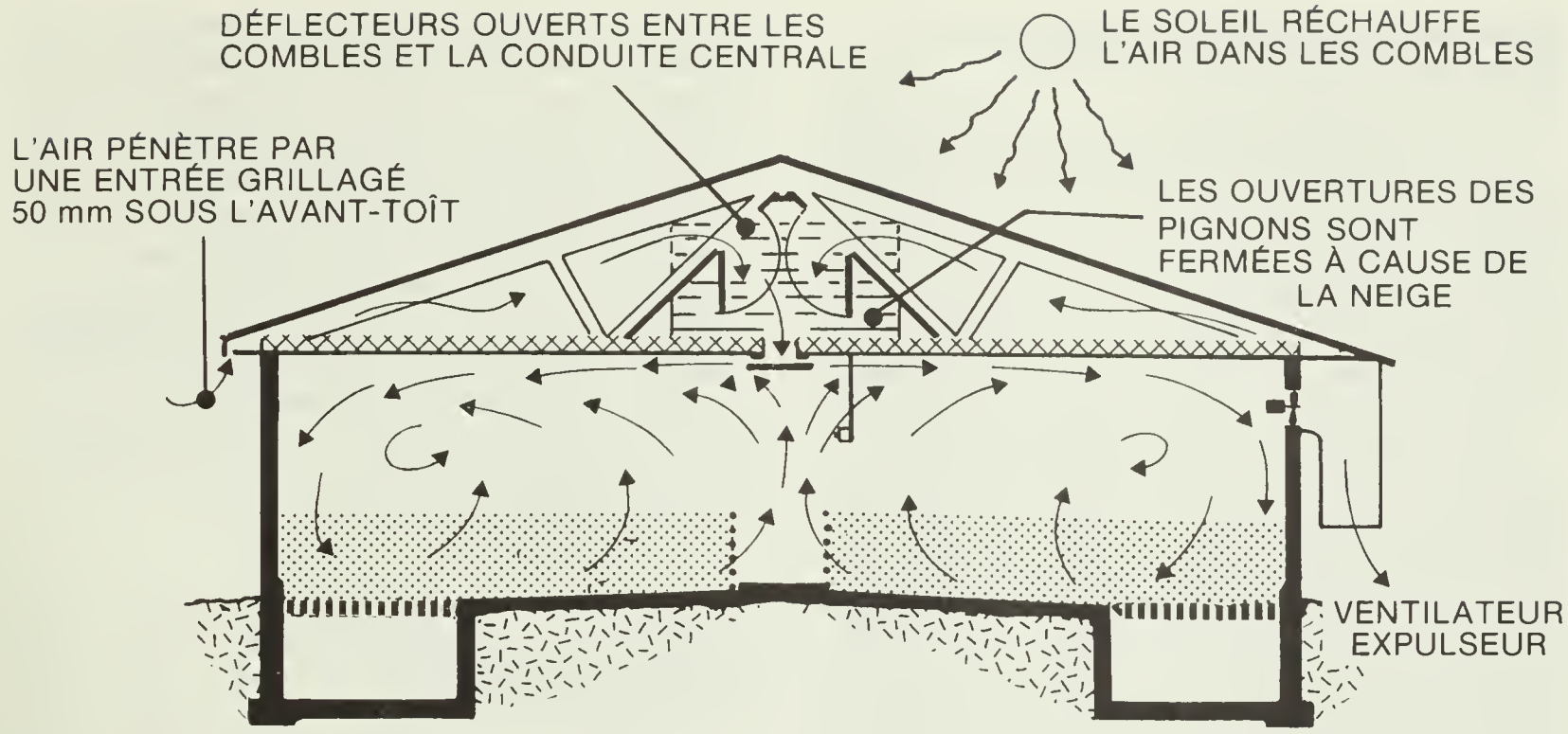
Répartition de l'air frais par rapport à la disposition des cases

Il n'est pas toujours bon d'aménager les prises d'air frais dans les murs extérieurs. Prenons, par exemple, un bâtiment logeant des porcs de croissance et d'engraissement, sur caillebotis le long des murs, et dont le couloir d'alimentation est aménagé sur l'axe central du bâtiment. La concentration d'un grand nombre de bêtes dans un tel logement exige une ventilation spéciale durant les chaleurs de l'été.

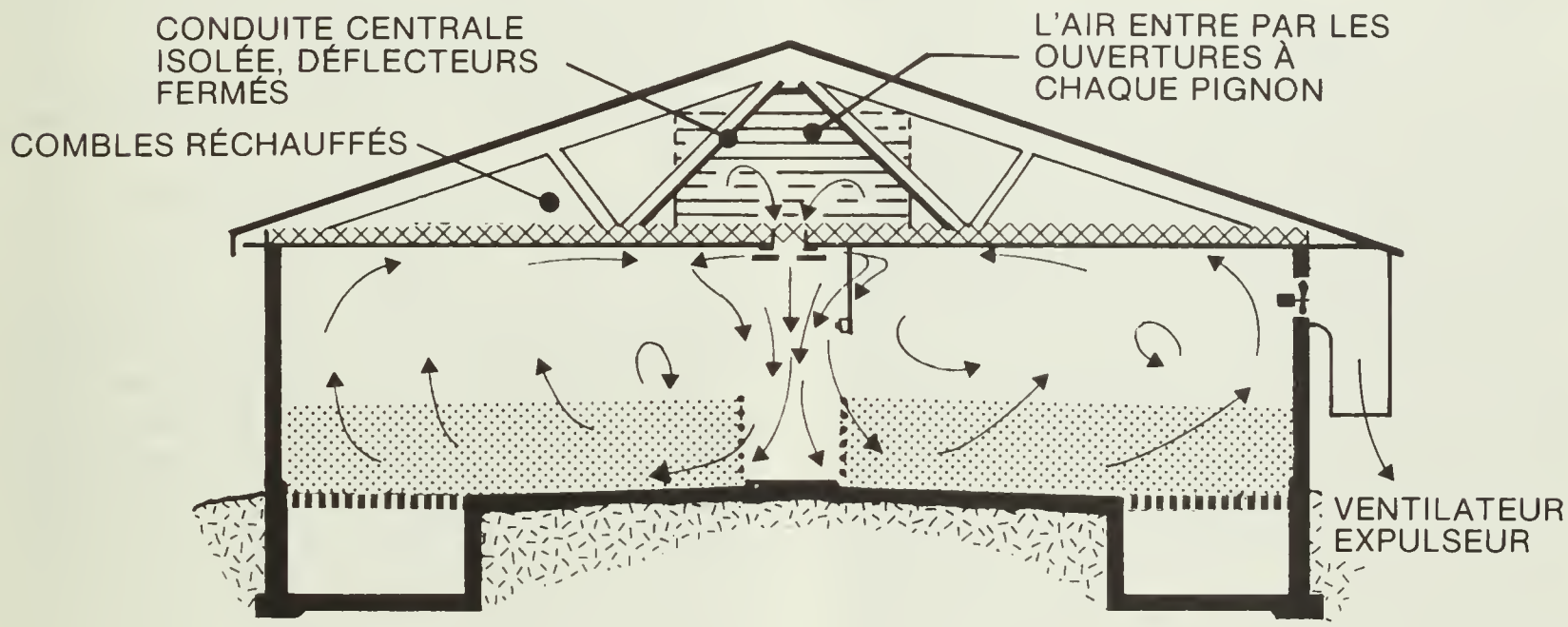
Voyons, dans ce cas, l'effet de prises verticales dirigeant l'air vers le bas, le long des murs (figure 39). Le fort courant d'air le long des murs porte les porcs, à la recherche de l'air frais, à se coucher dans l'aire à déjections sur le caillebotis. Résultat: les bêtes s'y salissent. Un autre inconvénient de cet aménagement a trait au fait que le courant d'air frais pénètre d'abord par le caillebotis et passe ensuite dans le caniveau à lisier, où il se charge des émanations gazeuses avant d'atteindre les porcs.

La figure 40 expose un plan de prise d'air centrale, conçu de manière à éviter cet inconvénient. Dans la figure 40A, l'air frais arrive, en hiver, par les combles dans l'ouverture centrale, et se répand des deux côtés le long du plafond, ce qui provoque le mouvement de l'atmosphère au contact de l'air chaud montant des animaux couchés sur le sol plein. Il reste à fournir, au besoin, un complément de chaleur par le chauffage du sol ou de l'atmosphère près de l'axe central du bâtiment.

La figure 40B fait voir l'ouverture de la prise en position pour diriger le courant frais directement vers le bas par temps chaud. Grâce à une porte en treillis métallique ou en un autre matériau à claire-voie, sur le devant de la case, l'air frais circule d'abord à travers l'aire de couchage, ce qui incite les porcs à se reposer dans la partie propre de la case. La figure 27, au chapitre VI, traitant de la construction, illustre les détails de ce genre de prise d'air.



A. VENTILATION NORMALE—L'AIR EST DIRIGÉ HORIZONTALEMENT' À PARTIR DU PLAFOND



B. RÉGLAGE DE LA VENTILATION POUR TEMPS CHAUD—L'AIR EST DIRIGÉ VERS LE BAS DIRECTEMENT VERS L'ENDROIT D'ALIMENTATION ET DE REPOS DES PORCS.

Figure 40 Section de croissance et d'engraissement sur caillebotis et avec prise d'air centrale réglable

En été, il ne faut jamais aspirer à l'intérieur du bâtiment l'air des combles. En effet, par beau temps ensoleillé, l'atmosphère sous les combles d'un bâtiment d'engraissement, même s'ils sont aérés, peut être de 2 à 4°C plus élevée qu'à l'extérieur. On recommande d'installer un conduit d'un diamètre suffisant, isolé avec des panneaux de polystyrène de 5 cm d'épaisseur cloués à l'âme des fermes sous les combles. Il faut amener de l'air frais de l'extérieur aux deux extrémités de ce conduit, au moyen de grandes portes abaissables munies d'un grillage contre les oiseaux. Ces portes doivent être fermées en hiver afin d'empêcher la neige d'entrer dans la porcherie.

Problèmes particuliers posés par les prises d'air en hiver

Tous les éléments d'information précédents concernant la répartition d'air frais s'appliquent lorsque la vélocité du jet d'air est d'au moins 4 m/s. En hiver, quand le taux de ventilation est peu élevé, les déflecteurs des prises d'air doivent être réglés correctement pour laisser une ouverture assez petite qui permette une entrée d'air à cette vélocité.

Le problème ne se pose pas dans les porcheries à fort élevage où les porcs de croissance et d'engraissement disposent chacun d'environ 1 mètre carré de surface de plancher. Dans une porcherie de 10,8 m de large, chaque mètre renferme à peu près dix porcs. Si le taux de ventilation en palier 1 s'élève à 1,5 L/s (s· porc), on a donc 10 porcs x 1,5 L/(s· porc) ce qui donne 15 L/s comme taux de ventilation. Pour que les deux prises d'air atteignent une vélocité de 4 m/s, il faut les régler de la façon suivante:

$$\frac{15\ \text{L/s}}{4\ \text{m/s} \times 2\ \text{ouvertures}} = \text{ouvertures de 2 mm}$$

Comme l'illustrent les figures 26 et 27, il est possible de pratiquer une ouverture de 2 mm au moyen des déflecteurs en polystyrène rigide renforcés par des cornières rectilignes en tôle d'acier galvanisée; il est impossible d'obtenir une telle précision si les prises d'air ont été mal conçues.

Les problèmes liés à la répartition de l'air en hiver sont plus prononcés dans les sections de mise bas ou de post-sevrage, où les taux d'occupation et de ventilation sont relativement plus faibles. Dans ce cas, on devra diminuer la longueur des fentes d'admission dans chaque pièce. Il est possible, par exemple, d'aménager une prise d'air au lieu de deux, ou de la diviser en petites longueurs espacées par des espaces d'une prise d'air. Il importe de vérifier périodiquement la longueur totale de la prise d'air, et l'ouverture minimale de cette dernière, pour qu'elle convienne à la ventilation en palier 1 en hiver.

Pour assurer la ventilation d'endroits primordiaux comme les cases de mise bas et les cages élevées de post-sevrage, là où les écarts de température et les courants d'air peuvent avoir des conséquences graves, il est préférable de chauffer au préalable, dans une pièce adjacente ou dans le couloir, l'air frais, et cela, jusqu'à ce qu'il atteigne la température ambiante. De plus, il faut poser une prise d'air à déflecteur à travers le mur ou le plafond, qui amène l'air dans la porcherie. Il importe de vous assurer de l'uniformité de la température et de l'absence de courants d'air frais près des portes et des autres ouvertures, au moyen d'un thermomètre portatif et d'un peu de fumée. Dans l'avenir, vous pourrez également utiliser l'énergie solaire en hiver pour chauffer au préalable l'air soufflé dans l'entrée de service, à cette fin, il s'agit d'envisager l'exploitation de la porcherie selon un axe est-ouest, et de construire un récepteur solaire dans le mur extérieur sud du couloir d'entrée. La figure 20 (page 31) illustre cette disposition, avec une entrée de service convenable située du côté sud de la section de mise bas.

Prises d'air, ventilateurs et pression statique

Jusqu'à présent, il n'a guère été question des forces qui entrent en jeu dans le renouvellement de l'air. Le ventilateur expulseur aspire l'air de la pièce et en abaisse la pression par rapport à la pression atmosphérique à l'extérieur. Dans ces conditions, l'air extérieur pénètre à l'intérieur par toutes les ouvertures, grandes et petites, de manière à équilibrer les deux pressions.

Comme nous l'avons établi précédemment, il importe de maintenir la vélocité élevée de l'air dans la prise. Ajoutons que la vélocité est fonction de l'écart entre la pression intérieure et extérieure, laquel se mesure en pascals. Toutefois, dans le cas des pressions très basses, il est plus approprié de mesurer la hauteur de la colonne d'eau que renferme un tube de verre transparent recourbé en U. Il s'agit de mesurer la hauteur de la colonne d'eau en mm, et de convertir ensuite en Pascals (1mm= 9,8 Pa). La figure 41 fait voir comment on mesure la pression statique et quel est le rapport entre cette dernière et la vélocité de l'air passant par la prise. Le petit tube de verre recourbé en U est partiellement rempli d'eau colorée et permet de mesurer directement l'écart de pression à l'intérieur du bâtiment. Ainsi, on y constate que pour obtenir à la prise d'air la vélocité minimale de 4 m/s, tel qu'il est recommandé pour le bon mélange de l'atmosphère, la pression statique doit être d'environ 1,3 mm selon l'hydromètre.

Donc, pour contrôler le système de ventilation, il suffit d'installer un tube recourbé en U ou un hydromètre à tube incliné, dispositifs peu coûteux. Il faut ensuite, tel qu'illustré, insérer un petit tube à air sous les combles plutôt qu'à l'extérieur, pour supprimer les effets

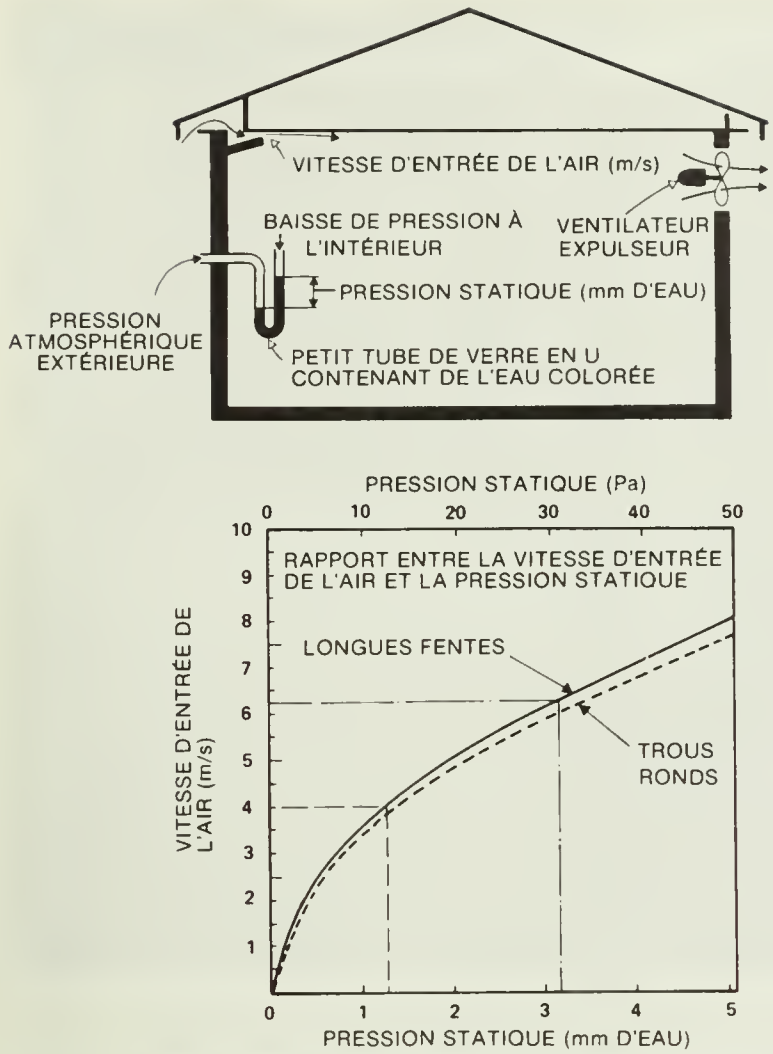


Figure 41 Détermination de la pression statique et son rapport avec la vélocité du courant d'air frais au niveau de la prise

de la pression du vent. Si l'hydromètre indique au moins 1,3 mm d'eau, cela signifie que les prises d'air ont la vélocité voulue de 4 m/s; dans le cas contraire, les prises d'air doivent être réglées, ou le bâtiment laisse échapper trop d'air.

Nécessairement, plus la pression statique s'élève, plus les ventilateurs doivent forcer pour expulser l'air. Ils font plus qu'aspirer l'air par les prises. La figure 39 fait voir l'effet qu'exerce un vent contraire soufflant à une vitesse de 30 km à l'heure contre le côté du bâtiment par lequel l'air est expulsé. Si le ventilateur était exposé directement au vent, sans capuchon protecteur, il lui faudrait exercer une pression statique de 3,2 mm uniquement pour ouvrir les volets.

Il lui faudrait produire en plus une force de 2,3 mm pour aspirer l'air à travers les prises situées sous le vent. Ainsi, le rendement exigé du ventilateur (sans capuchon) serait 2,3 (aspiration sous le vent) plus 1,3 (ouverture de prise d'air) plus 3,2 (pression contre le vent), soit au total 6,8 mm. Or ces conditions se rapprochent dangereusement de la limite où plusieurs ventilateurs cessent de déplacer l'air, rappelons aussi qu'un vent de 60 km à l'heure exerce une poussée quatre fois plus grande.

L'installation de ventilateurs sous le vent résoudrait le problème, mais le vent souffle tantôt d'un côté, tantôt de l'autre.

Il est préférable d'encapuchonner les prises et les sorties d'air du bâtiment pour que l'air y entre et en sorte verticalement (perpendiculairement à la direction du vent). Les capuchons des ventilateurs doivent être recourbés à 90°, comme le fait voir l'illustration, et leur extrémité doit dépasser d'au moins 300 mm le bas de l'ouverture du ventilateur. Quant aux prises d'air, l'avant-toit peut les protéger jusqu'à un certain point, à la fois contre le vent et contre la neige, surtout si l'ouverture est pratiquée juste derrière le larmier, non contre le mur.

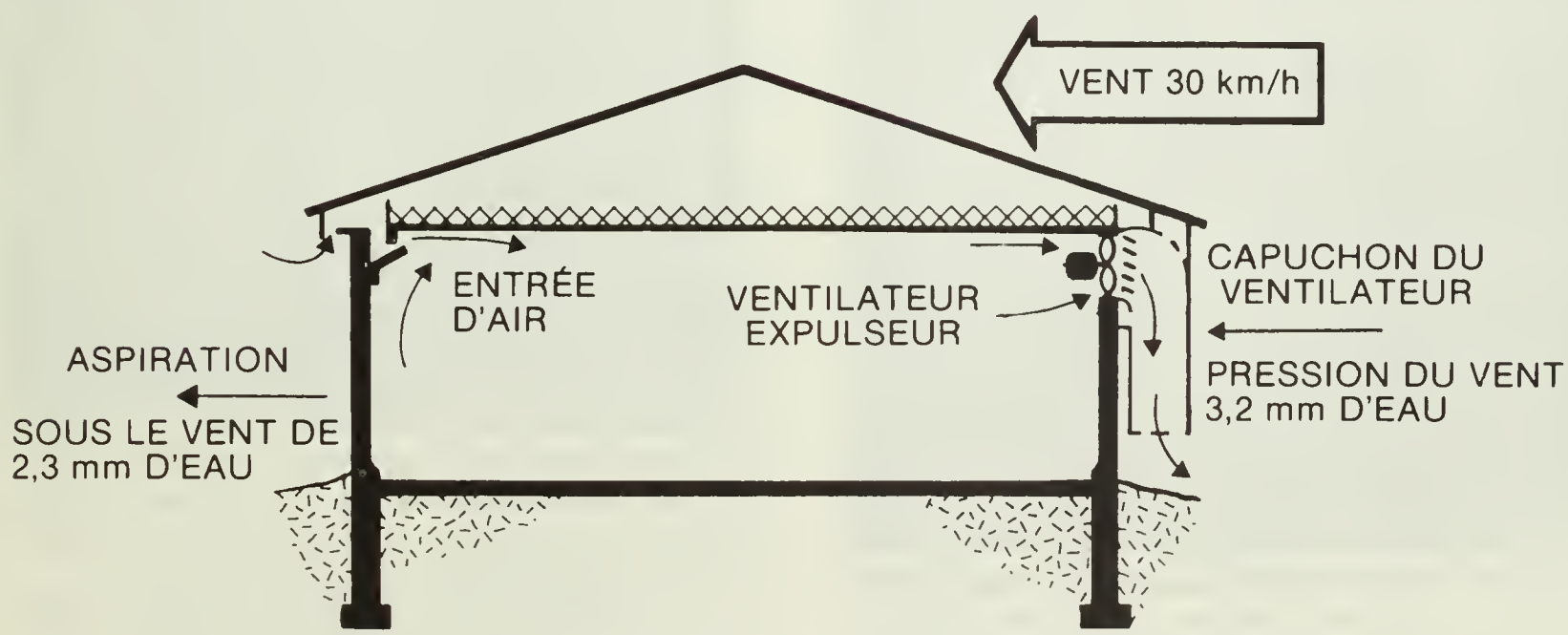


Figure 42 Pression qu'exerce le vent contre une porcherie ordinaire

Figure 43 Système d'évacuation au moyen de deux ventilateurs pour une ventilation à paliers. Le petit appareil, à deux vitesses et à entraînement direct, assure en hiver une bonne aération contre le vent. Le grand ventilateur, à petite vitesse et à entraînement par courroie, donne un grand rendement par temps chaud. Reproduction autorisée par l'Hydro-Ontario.

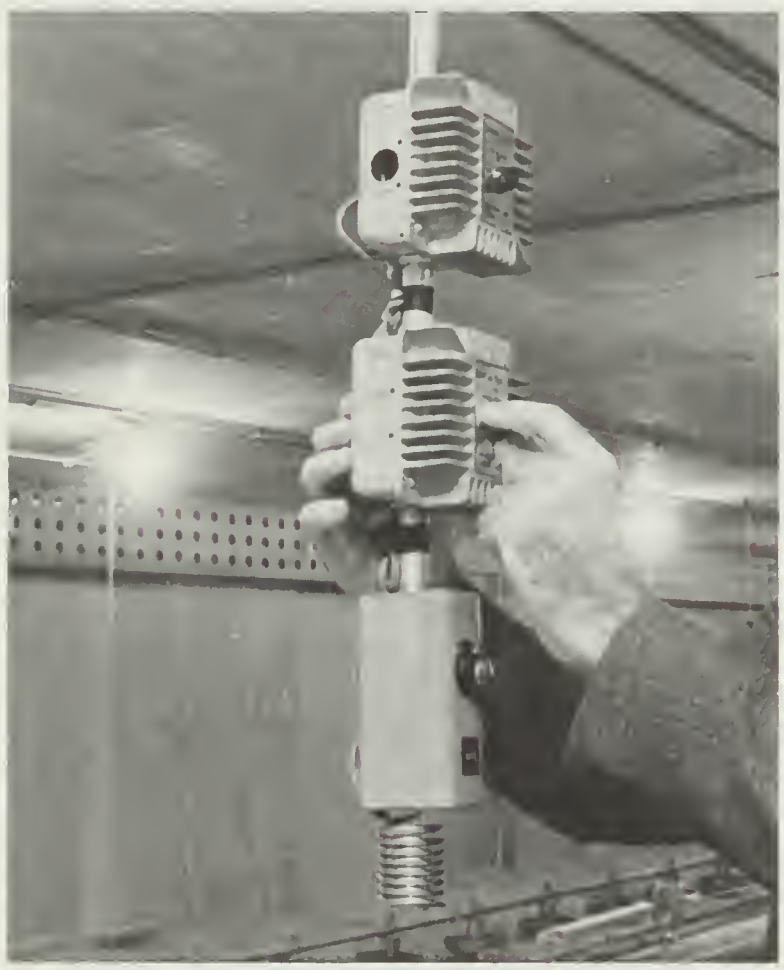


Figure 44 Thermostat modulateur électronique réglant les moteurs de ventilateurs à diverses vitesses

Le vent nuit au rendement du ventilateur et peut causer une insuffisance ou un excès d'aération. En l'absence de capuchons, si les prises d'air dans les murs opposés sont ouvertes, la force du vent est telle parfois qu'elle projette l'air à travers le bâtiment, même lorsque les ventilateurs sont en arrêt. La situation peut devenir grave par temps froid, surtout pour les porcelets qui exigent peu de ventilation. Les figures 38 et 40 font voir deux manières de neutraliser l'effet du vent en utilisant l'espace sous les combles.

Autres systèmes

Les systèmes étudiés jusqu'à présent font appel à des ventilateurs expulseurs (figure 43) pour abaisser légèrement la pression de la pièce par rapport à la pression atmosphérique à l'extérieur. Ils ont pour avantage de faire agir les moindres interstices dans la construction comme autant de prises d'air frais, ce qui prévient la formation d'humidité à l'intérieur des murs et du plafond.

Le commerce offre maintenant un large éventail de matériel d'aération; tout est conçu

Figure 45 Mélangeur d'air à moteur avec conduit distributeur en plastique perforé. Ce dispositif exige un plus grand nombre de prises d'air et de ventilateurs expulseurs pour assurer une aération maximale en été

Figure 46 Mélangeur d'air à moteurs muni de déflecteurs réglables pour diriger et répartir l'air. Ce dispositif fixé au mur n'a ni prise ni conduit; néanmoins, il exige deux autres ventilateurs expulseurs commandés par thermostat pour régler la ventilation. Reproduction autorisée par Aston Industries, Inc.

pour faciliter et améliorer le réglage du mouvement de l'air jusqu'aux bêtes. La figure 44 fait voir un thermostat à contrôle modulé avec arrêt à faible température. Raccordé à un moteur sensible à un voltage spécial, ce dispositif électronique peut faire varier la rotation des pales à partir d'environ 25 jusqu'à 100% de leur pleine vitesse, selon le réglage manuel ou les variations de la température. Au ralenti, ces ventilateurs sont beaucoup plus sensibles à la pression des vents contraires que les ventilateurs fonctionnant à plein régime. Si le ventilateur n'est pas protégé au moyen d'un capuchon (figure 42), les vents contraires peuvent griller un moteur et déséquilibrer le taux de ventilation.

Au nombre des nouveaux dispositifs, mentionnons les prises d'air à moteur et les mélangeurs d'air qu'illustrent les figures 45, 46 et 47. Les mélangeurs recirculateurs d'air favorisent la répartition de l'air frais même à faible taux de ventilation. Ce résultat est possible parce que les dispositifs retournent l'air aux ouvertures des prises à une vitesse élevée et constante, alors que l'air frais de l'extérieur est mélangé avec l'air recirculé à des vitesses variables selon la température extérieure. Ainsi,

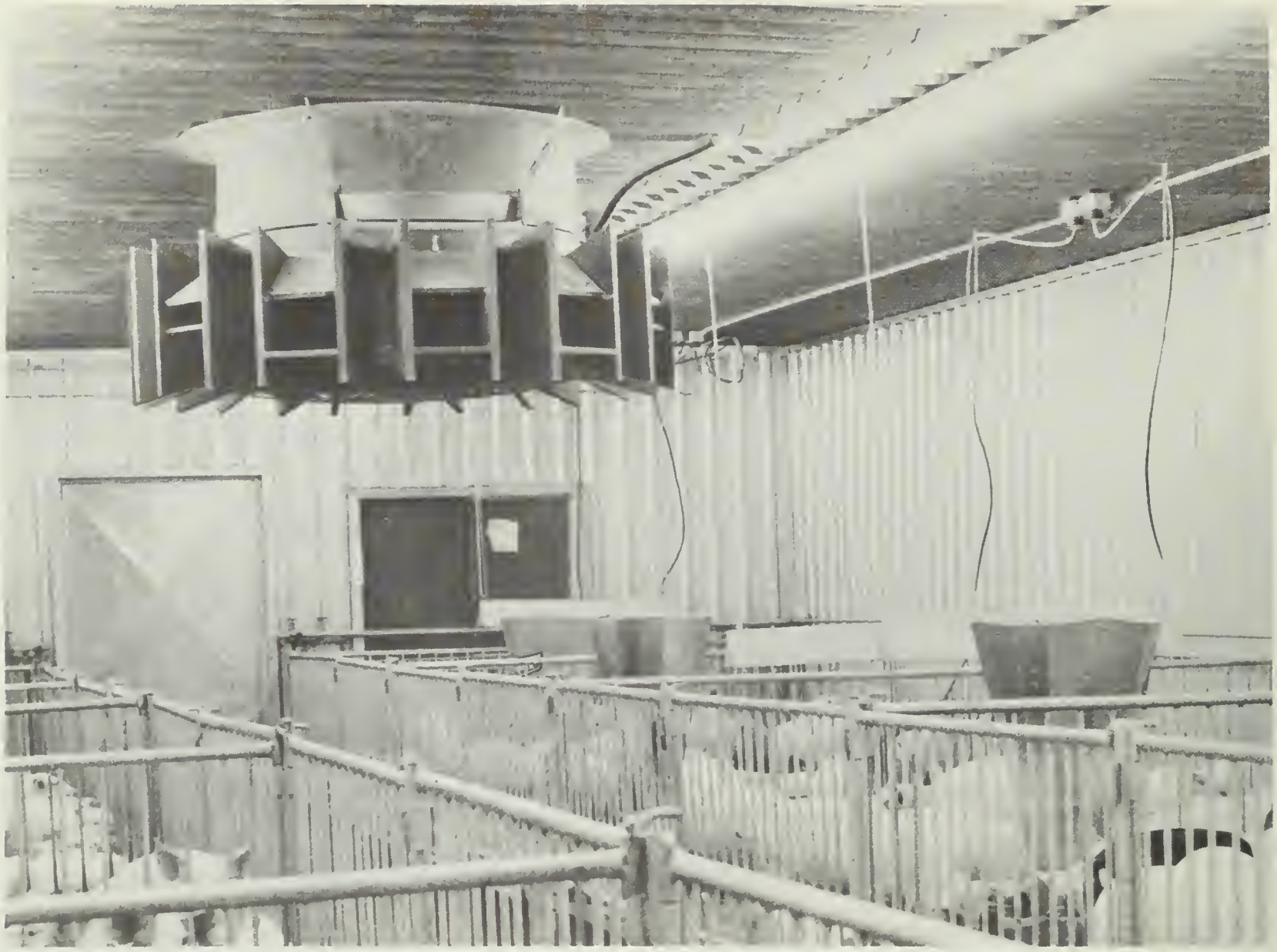


Figure 47 Mélangeur d'air fixé au plafond. Cet appareil combine la prise et la sortie d'air dans la même cheminée verticale, et règle automatiquement la proportion de l'air remis en circulation pour le maintien de la température. Reproduction autorisée par Fristamat Ltd.

il n'est pas besoin, en hiver, de changer aussi souvent l'ouverture des prises pour maintenir la vélocité du courant d'air propre à son bon usage avec l'atmosphère à l'intérieur. Les mélangeurs d'air à moteur consomment plus d'énergie électrique que les petits ventilateurs expulseurs pour l'aération en hiver. Néanmoins, une bonne partie de cet excédent d'énergie est récupérée sous forme de chaleur. Notons que l'installation de ces dispositifs doit se faire conformément aux directives du fabricant.

Choix de l'énergie pour le chauffage complémentaire

Le tableau 10 (page 49) donne une idée de la quantité de chaleur complémentaire nécessaire pour régler la température et la ventilation dans les porcheries modernes. Le mode de chauffage tient à plusieurs facteurs. L'électricité est en faveur pour chauffer les compartiments des porcelets et les autres aires restreintes. D'autre part, dans les grandes exploitations qui exigent beaucoup de chauffage dans chaque section, le coût supplémentaire d'une chaufferie centrale au mazout, distincte et à l'épreuve du feu, peut parfois être justifié.

Le choix dépend du coût de l'énergie électrique par rapport au mazout. Par exemple, le mazout numéro 2 à 60¢ le gallon, donne environ 50 kWh par gallon. Le petit radiateur d'usage domestique et le chauffe-eau propre au chauffage des porcheries n'utilisent que de 60 à 70% de cette chaleur; le reste s'échappe par la cheminée. Donc, en fonction d'un rendement de 60%, un gallon de mazout dégage 30 kWh de chaleur utile. Autrement dit, 60¢ achètent, sous forme de mazout, l'énergie qui coûterait $1.20 à raison de 4¢ le kilowatt-heure. Il vous reste à remplacer ces chiffres par vos propres données à l'égard du mazout et de l'électricité. Il ne faut pas oublier que les taux d'assurance-incendie sont plus élevées dans le cas de la chaufferie au mazout.

Méthodes de chauffage complémentaire

Le chauffage par radiation, le chauffage du sol et le chauffage par convection sont les modes les plus courants. Les deux premiers conviennent le mieux au chauffage d'un espace restreint, comme le compartiment pour porcelets ou l'aire de repos des porcs sevrés, s'il n'est pas nécessaire ni souhaitable de chauffer tout le compartiment (chauffage par convection). Pour le compartiment des porcelets, dans la section de mise bas, il est d'usage courant de combiner le chauffage du sol; ceci permet de maintenir la température intérieure à environ 15°C, condition favorable à la ventilation de la porcherie et au bien-être des truies, tout en assurant aux porcelets le complément de chaleur nécessaire.

Pour le chauffage par radiation, on a le choix entre l'ampoule ordinaire de 250 watts en verre pyrex, convenablement installée (voir la figure 48), ou le radiateur nouveau genre à tube de quartz (voir la figure 49). Pour chauffer les cases de mise bas avec compartiment des porcelets, il faut prévoir environ 250 watts de chaleur par radiation pour chaque compartiment, ou 500 watts pour deux compartiments disposés l'un à côté de l'autre. Il existe des radiateurs à gaz propane, mais ils présentent un certain danger d'incendie.

Le chauffage par radiation électrique exige généralement le réglage de l'ampoule à la hauteur voulue au moyen d'une chaîne de suspension. Ce dispositif répond aux besoins de la portée selon la croissance des porcelets, mais ne permet pas d'économiser l'électricité lorsque le besoin de chaleur est moins grand. Certains des radiateurs à tube de quartz disposent d'un thermostat intégré, qui réduit la quantité d'énergie gaspillée.

La figure 50 présente les données du chauffage électrique, ou à l'eau chaude, des dalles isolées du sol. Le pourtour de l'aire chauffée doit être isolé chauffé pour maintenir la température des dalles; sinon, le béton étant conducteur, la chaleur se dissipe horizontalement dans le sol.

Le chauffage du sol, au moyen de tuyaux noyés dans le plancher, constitue un excellent moyen d'assurer le complément de chaleur nécessaire à l'aire de repos des porcelets sevrés ou aux autres endroits où le besoin de chauffage s'impose sur de longues sections. Les conduits noyés sont soit en acier, soit en polyéthylène de densité moyenne ou élevée, mais les conduits d'amenée et les raccordements à la chaudière doivent être en acier. Dans le cas d'installations en polyéthylène, il faut régler exactement la température et la pression de l'eau pour que les conduits ne se rompent pas. Par exemple, le tuyau de densité moyenne n'est sûr que jusqu'à 49°C et à 138 kPa; plus la chaleur s'élève, plus il faut diminuer la pression. Les tuyaux de meilleure qualité résistent à une température de 93°C et à 689 kPa.

La figure 51 illustre un système automatique de chauffage à l'électricité par circu-

Figure 48 Une lampe chauffante, avec protecteur, fournit la chaleur dont a besoin une portée de nouveau-nés. Noter le réflecteur protecteur suspendu au plafond au moyen d'une chaîne. Le cordon conducteur est branché dans une prise de courant au plafond, et se débranche si la lampe se détache.

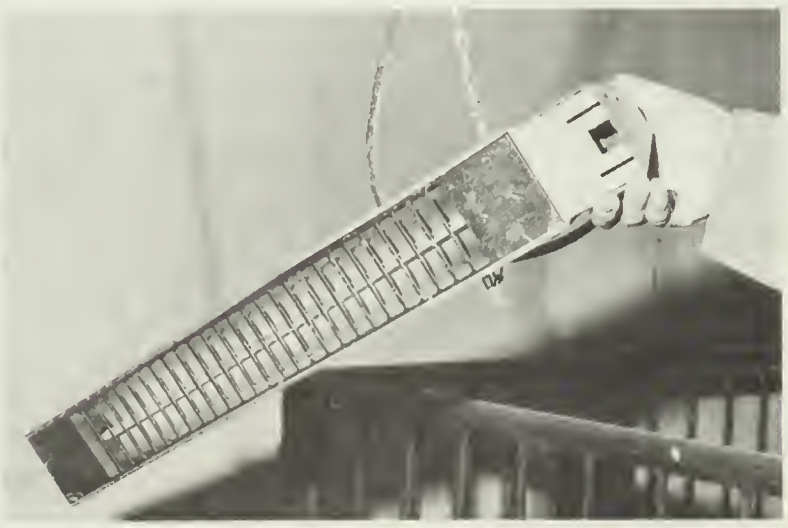
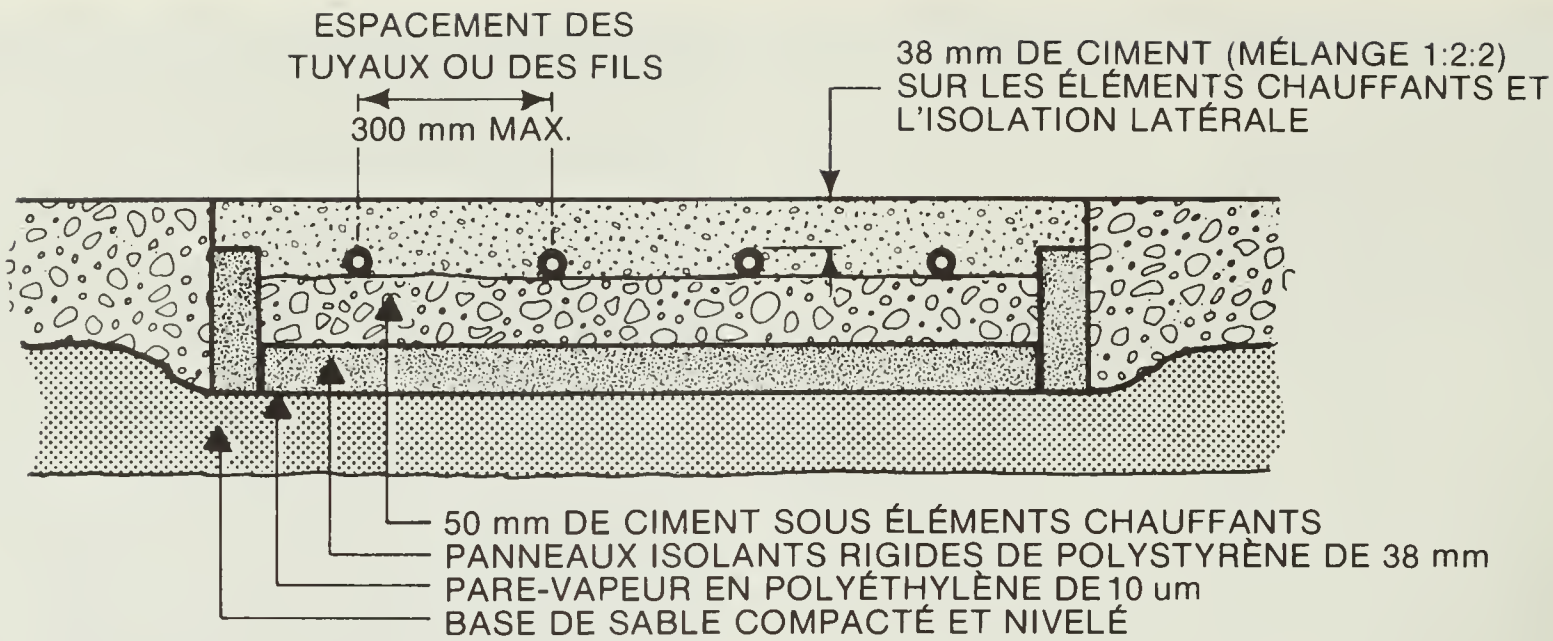


Figure 49 Radiateur électrique à tube de quartz



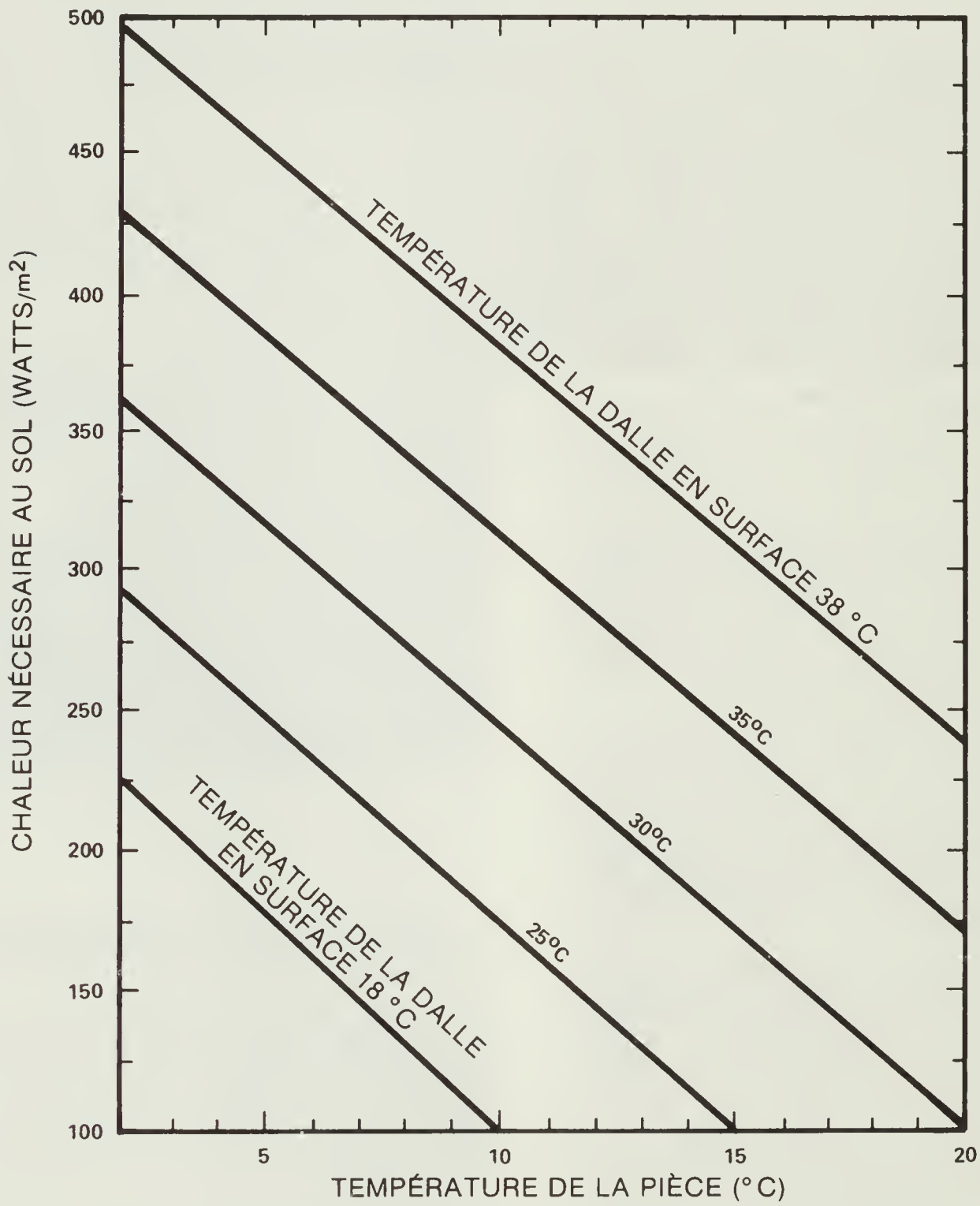


Figure 50 Température de la dalle de béton chauffée et pourvue de 38 mm d'isolant

lation d'eau chaude dans des tuyaux au sol (figure 50), dans des tuyaux muraux ou dans des radiateurs à ailettes (figure 53). On peut remplacer ce système par une chaudière. L'installation doit se faire à proximité, dans une chaufferie isolée, conçue pour résister au feu pendant au moins trois quarts d'heure. En outre, le fait d'isoler la chaufferie empêche les ventilateurs expulseurs situés dans la porcherie de créer des courants d'air descendant dans la cheminée. La conception en détail d'un système de ce genre n'est pas du ressort de la présente publication.

Le chauffage par convection est parfois nécessaire pour assurer une bonne ventilation dans la section de croissance et d'engraissement. On l'emploie également quelquefois en combinaison avec le chauffage par radiation ou le chauffage du sol, dans les sections de mise bas et de post-sevrage. Il faut se guider sur les données figurant au tableau 10 pour déterminer les besoins globaux en chauffage; si nécessaire, on peut faire appel au chauffage par convection pour compléter le chauffage par radiation ou le chauffage du sol.

Le radiateur électrique avec ventilateur (figure 52) convient si le besoin en chauffage par convection est minime. Il existe dans le commerce différents modèles offrant des rendements très variés, à partir de 1 kilowatt. Il importe d'installer les radiateurs de manière à diriger l'air chaud vers le courant d'air frais venant des prises; toutefois, pour économiser le chauffage, il faut les éloigner le plus possible des ventilateurs expulseurs. La vogue est à la tuyauterie en verre mat.

Pour assurer le chauffage par convection, certains installent un radiateur domestique à air chaud. Toutefois, ce système n'est pas sans présenter quelques inconvénients si l'atmosphère est poussiéreuse (alimentation au sol, litière poussiéreuse) car les filtres des conduits de retour de l'air frais s'empoussièrent très vite. Ce genre de radiateur peut convenir pour le chauffage des porcheries relativement exemptes de poussière (par exemple, cases sur caillebotis), à condition de multiplier par 3 ou 4 la surface normale des filtres. Ce genre d'installation est pratique pour le chauffage d'un grand logement commun, mais non de pièces isolées pour enrayer la propagation de maladies.

Il ne faut pas oublier que le chauffage à air chaud, comme tout autre dispositif à combustion, doit être installé dans une chaufferie distincte, pour que les ventilateurs ne puissent faire refouler les gaz d'échappement dans la cheminée.

On peut utiliser un petit radiateur domestique à air chaud pour réchauffer l'atmosphère à environ 10°C dans une chaufferie ou un couloir adjacent, et envoyer ensuite cet air réchauffé dans une autre partie de la porcherie où des lampes chauffantes ou d'autres dispositifs peuvent fournir le chauffage d'appoint nécessaire. Il faut aménager une grande prise d'air frais de l'extérieur dans la pièce de réchauffage préalable pour empêcher le refoulement des gaz d'échappement dans la chaufferie. Pour empêcher l'entrée de rongeurs, d'oiseaux, de la pluie et de la neige, cette prise d'air extérieure doit être protégée au moyen d'un grillage et d'un capuchon. Votre compagnie d'assurance insistera peut-être pour que le conduit menant l'air réchauffé vers les autres sections de la porcherie soit muni d'un registre coupe-feu automatique en cas d'incendie.

Si une seule section de la porcherie doit être réchauffée d'avance, il est préférable d'installer le thermostat de la chaufferie dans la pièce où se trouvent les porcs (voir les figures 34, 35 et 36 — commandes d'enclenchement des systèmes de chauffage et de ventilation). Ainsi, le calorifère n'arrêtera pas et ne repartira pas trop fréquemment. Si plusieurs pièces de la porcherie doivent être réchauffées au préalable et que cette chaleur doit provenir de la même pièce, on doit installer le thermostat dans cette dernière. Si le système utilisé est à air chaud, il faut que la pièce de réchauffage préalable soit de grande dimension, sinon la température y fluctuera trop rapidement, et la chaufferie arrêtera et repartira trop souvent. Il est donc préférable d'utiliser un radiateur électrique ou un système de chauffage à l'eau chaude. S'il s'agit d'un radiateur électrique, il faut raccorder les ventilateurs du radiateur pour qu'ils fonctionnent continuellement et ne contrôler par thermostat que les fils métalliques du radiateur. Dans le cas du chauffage à eau chaude, il faut tenir compte des problèmes que peut causer le gel des tuyaux en cas de panne du système du chauffage.

Le chauffage par convection à l'eau chaude convient parfaitement aux porcheries poussiéreuses, particulièrement s'il y a lieu de chauffer plusieurs compartiments au moyen d'une chaufferie centrale. L'élément chauffant peut être constitué d'une chaudière électrique circulatrice d'eau chaude ou d'un calorifère à eau chaude domestique. L'installation est semblable à celle d'une maison, sauf que la tuyauterie d'acier lisse émaillée en noir mat remplace les radiateurs ou les tuyaux à ailettes.

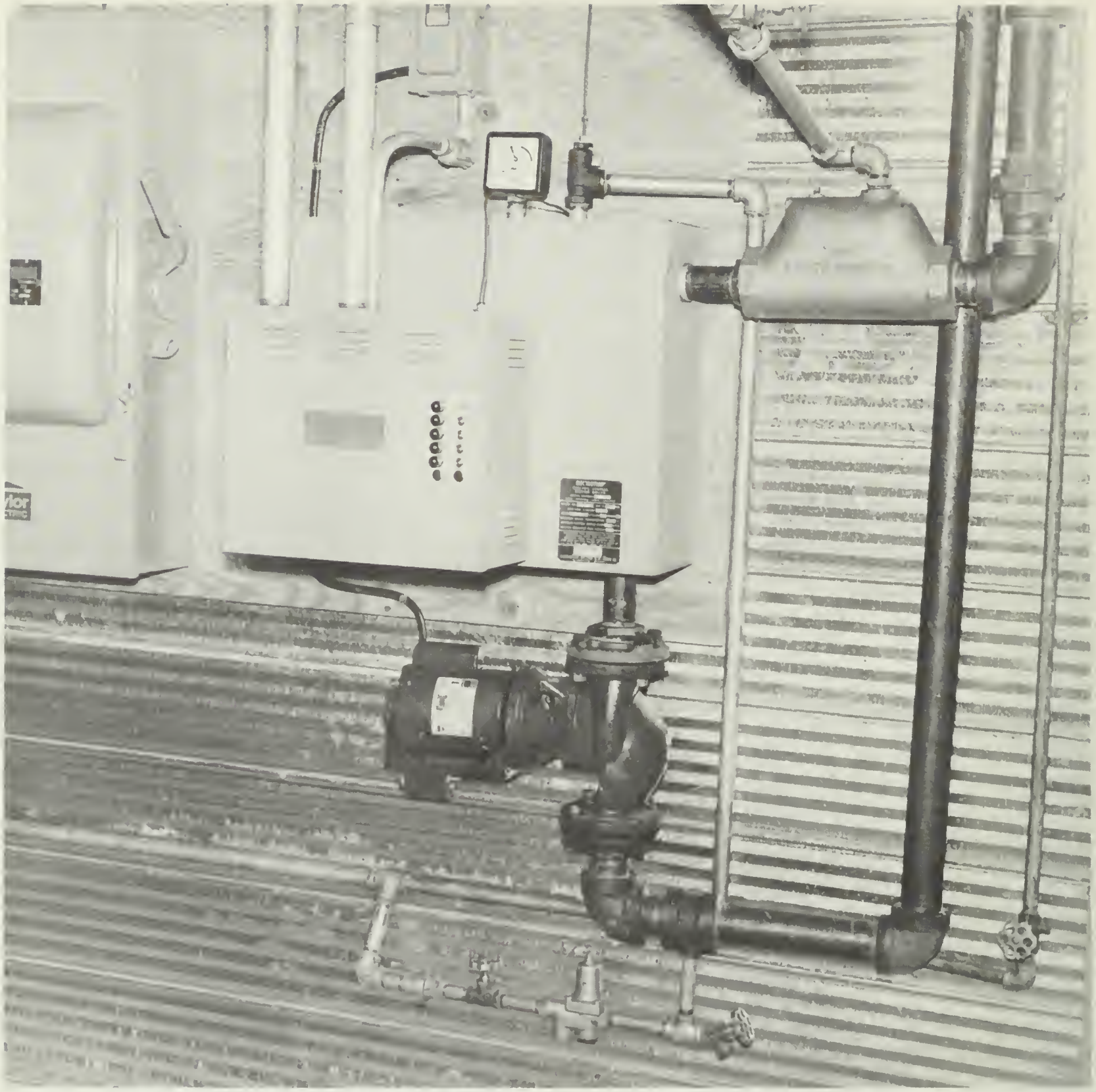


Figure 51 Un moteur électrique assure la circulation de l'eau chaude dans les dalles, ou le chauffage par convection dans des tuyaux en métal lisse suspendus au mur

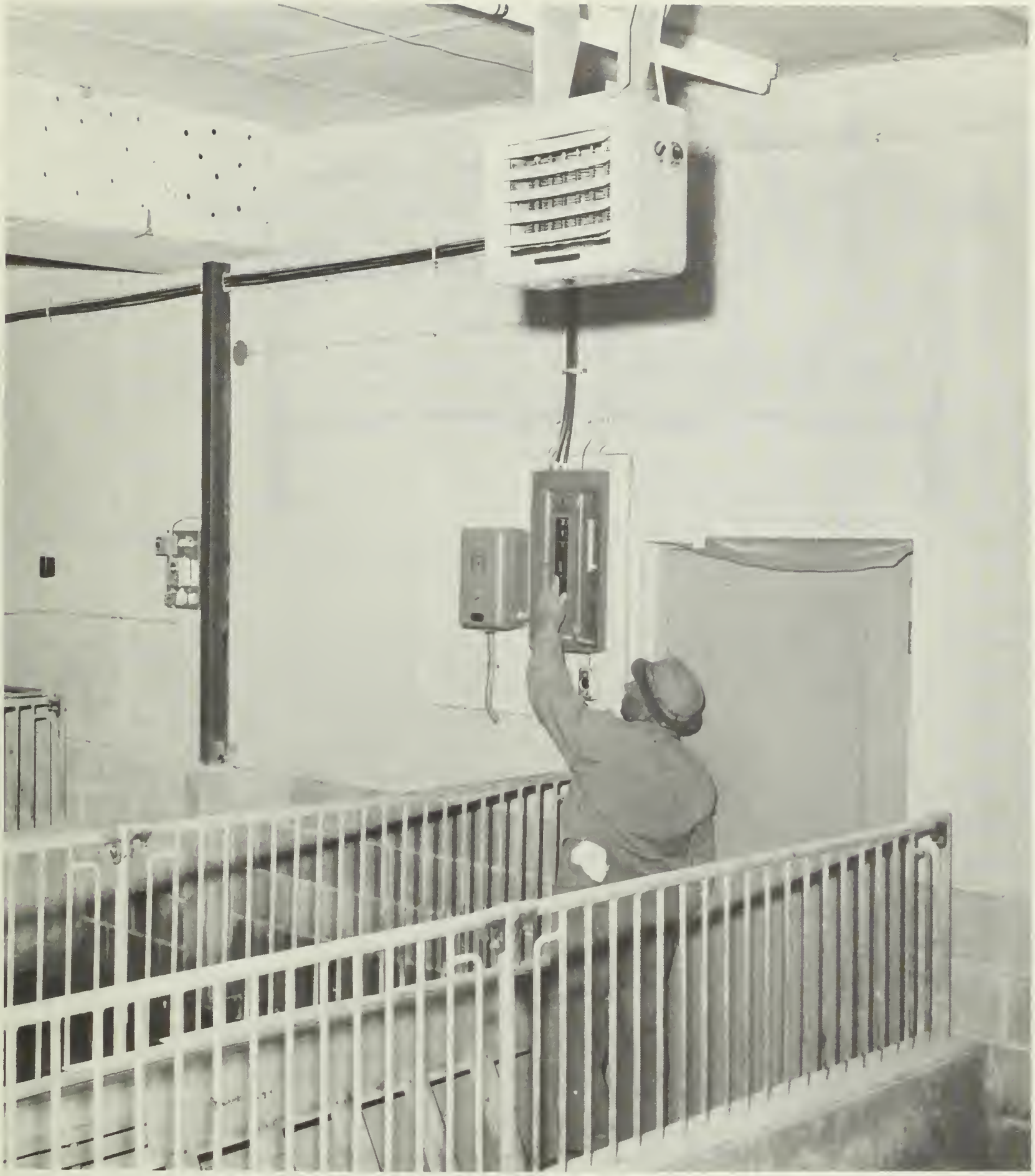


Figure 52 Radiateur électrique à air soufflé pour le chauffage par convection dans une section de porcelets sevrés

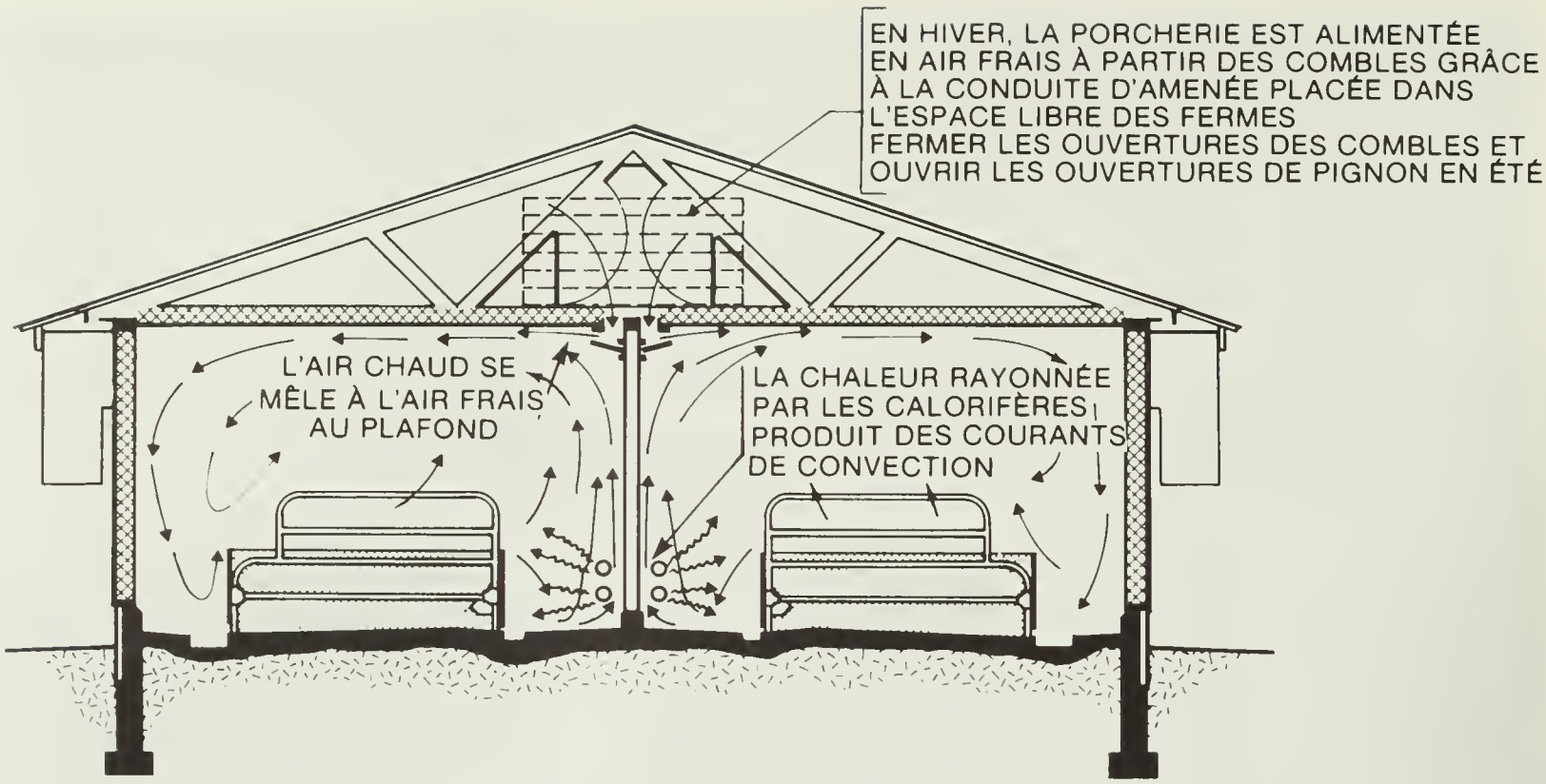


Figure 53 Installation de radiateurs à eau chaude en métal noir au-dessous de la prise d'air. Cet aménagement favorise la bonne distribution de la chaleur et de l'air frais dans la section de mise bas à pièces multiples

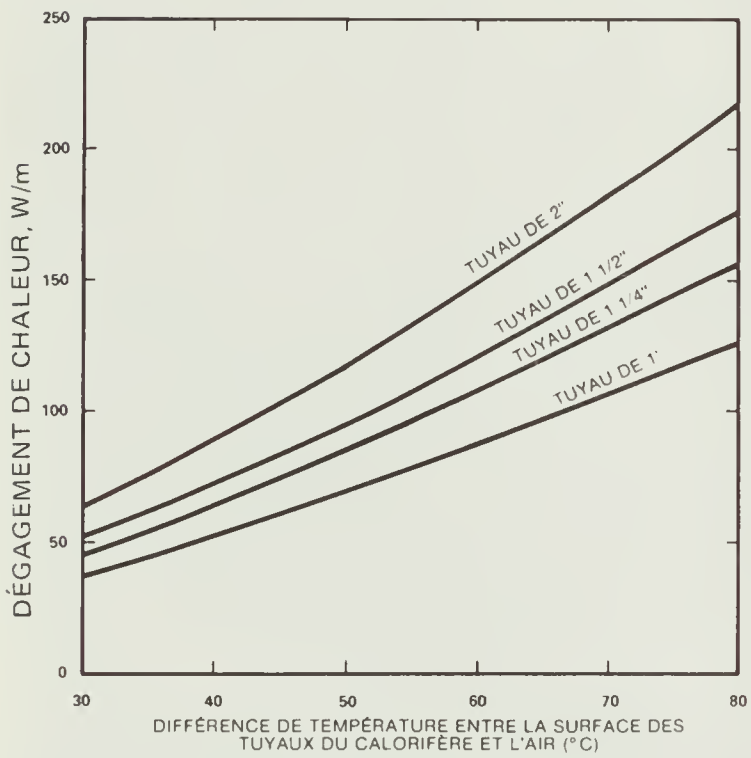


Figure 54 Chauffage au moyen de radiateurs constitués de tuyaux en métal noir

Les radiateurs et les tuyaux à ailettes ordinairement installés dans les maisons ne conviennent pas aux porcheries; en effet, ils sont difficiles à nettoyer et, de surcroît, ne sont pas assez durables.

Le radiateur à tuyau d'acier noir peut être constitué d'un ou de plusieurs conduits en forme de boucles suspendus au moyen de supports fixés au mur munis de glissières pour le jeu de l'expansion. Le raccordement des tuyaux et l'installation automatique de l'eau dans la chaufferie sont analogues aux dispositions illustrées à la figure 51. Une pompe circulatrice commandée par un thermostat règle la chaleur de chaque pièce et un aquastat incorporé à la chaudière à eau chaude maintient la température de l'eau.

La figure 53 fait voir comment le chauffage à l'eau chaude complète le système de ventilation. Le tuyau-radiateur étant suspendu sous la prise d'air, le courant d'air chaud s'élevant du radiateur se mélange au niveau du plafond au courant d'air frais venant de la prise d'air. Ce dispositif assure une bonne circulation d'air sans courant ni poches d'air froid.

Il n'entre pas dans le cadre de la présente publication d'exposer le plan détaillé d'une installation de chauffage à l'eau chaude. Néanmoins, la figure 54 peut servir de guide dans le choix de la dimension des conduits et de la température de l'eau.

L'eau doit circuler assez rapidement dans le radiateur pour assurer une bonne transmission de chaleur entre l'eau et le tuyau. Une vélocité de l'eau de 1 à 1,5 m/s permet une bonne transmission de chaleur sans pompe de circulation à rendement excessif. L'écart de température d'une partie à l'autre du radiateur ne doit pas dépasser 5°C; une ou deux boucles radiantes dégagent donc une chaleur assez

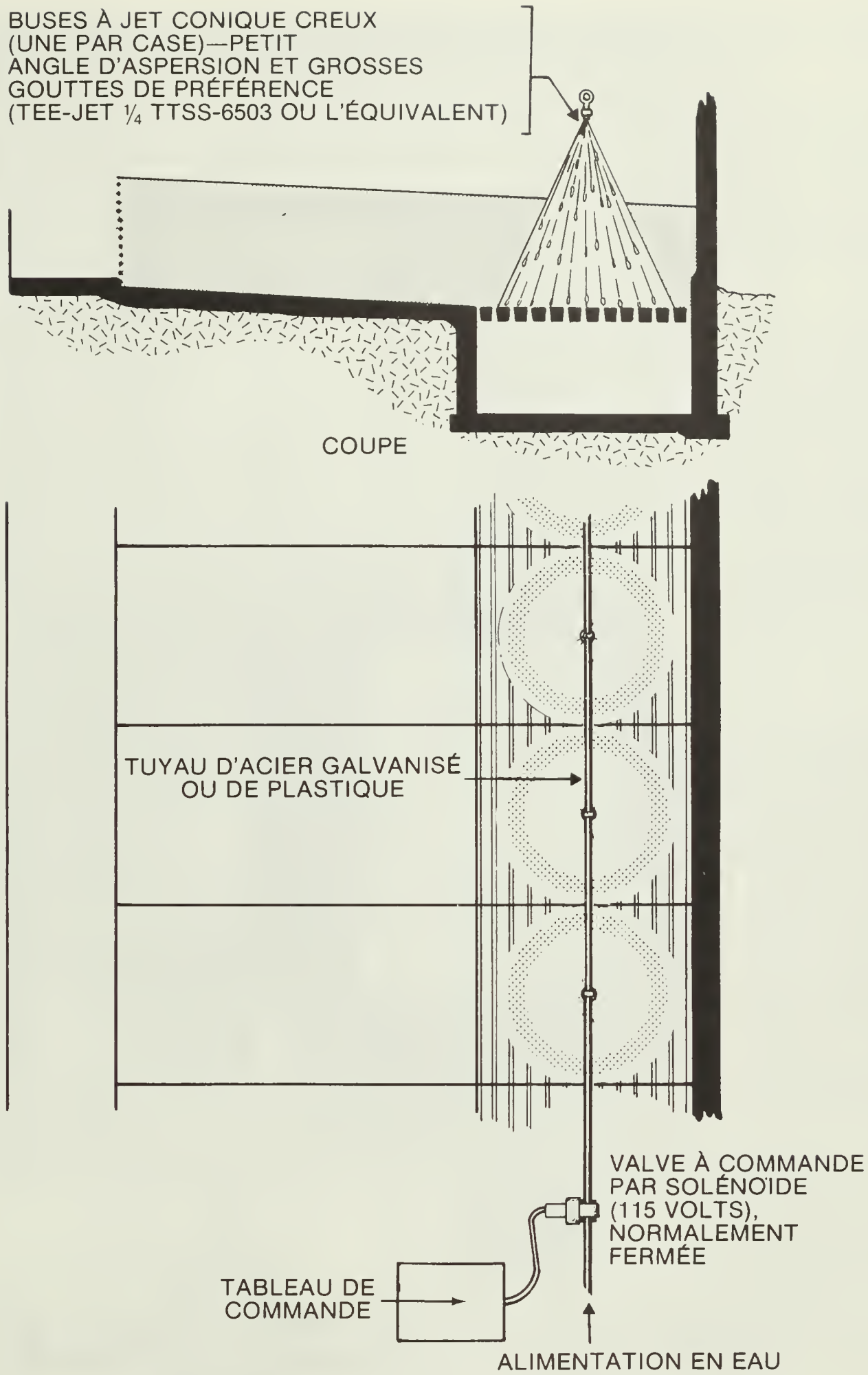


Figure 55 Dispositif de rafraîchissement par arrosage pour cases d'engraissement ou de gestation

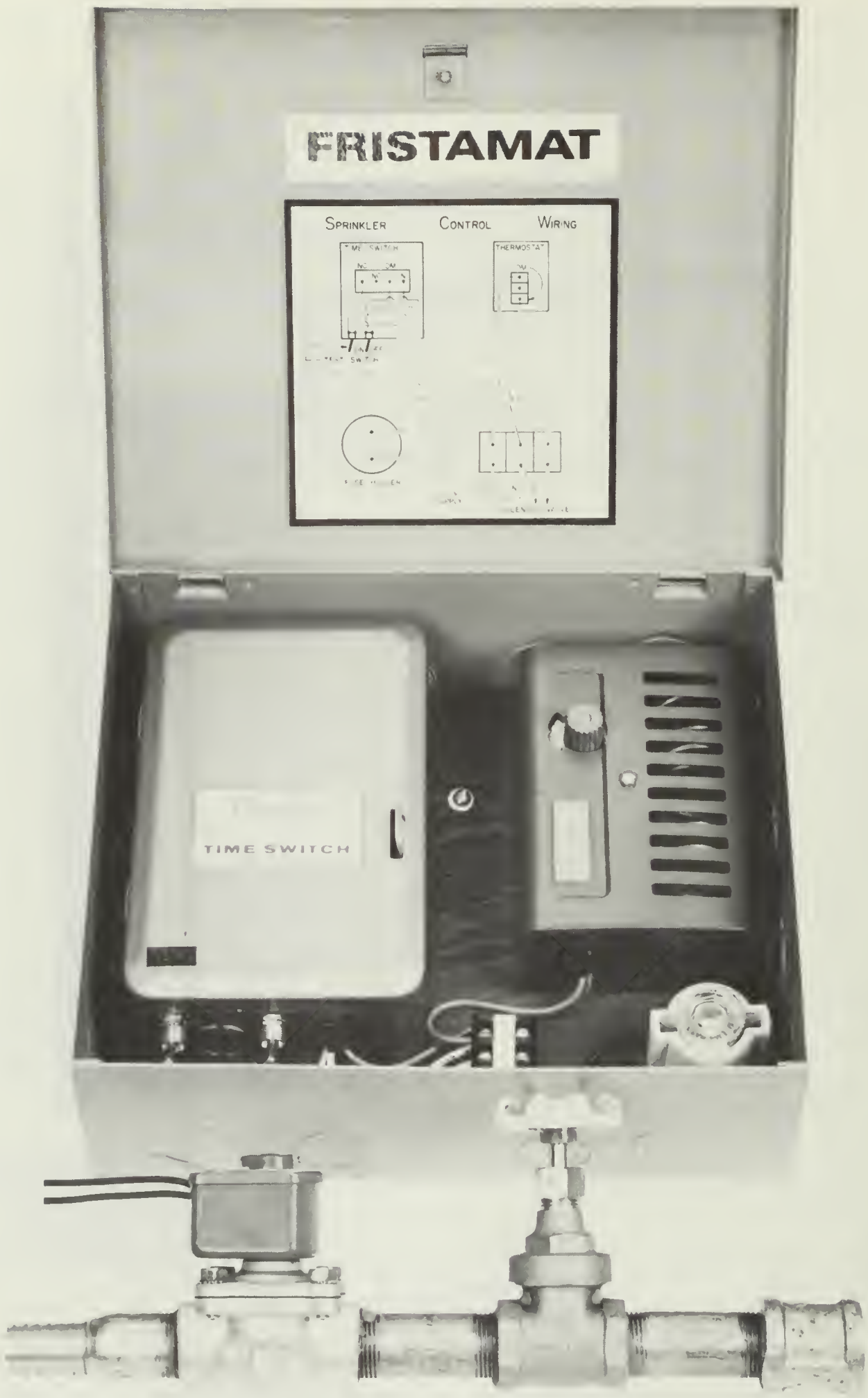


Figure 56 Dispositif de contrôle déjà monté, utilisé pour le rafraîchissement par arrosage. Reproduction autorisée par Fristamat Ltd.

uniforme dans l'ensemble du radiateur. Il importe tout d'abord de déterminer la température désirée, de choisir ensuite la dimension du tuyau-radiateur et de déterminer la longueur totale de la boucle radiante (qui dépend habituellement de la longueur de la pièce à surchauffer). Il faut choisir, dans la figure 54, la différence de température entre la surface des

tuyaux et l'air qui est requise pour dégager la chaleur voulue, calculer ensuite la vélocité de l'eau chaude nécessaire pour fournir cette quantité de chaleur sans qu'il survienne une baisse de température supérieure à 5°C; ensuite, il faut s'assurer que la vélocité de l'eau se situe entre 1 et 1,5 m/s, et choisir, s'il y a lieu, un tuyau plus grand ou plus petit, puis faire un autre essai avec le nouveau tuyau.

Rafraîchissement, en été, des porcs de croissance, d'engraissement et de reproduction

On a constaté, aux tableaux 1 et 2, page 5, jusqu'à quel point les porcs (surtout les porcs adultes) peuvent être incommodés par une chaleur excessive. Les résultats de certaines recherches montrent que dans les conditions climatiques propres au Canada, le recours à la réfrigération pour assurer le bien-être des porcs n'est, en règle générale, pas rentable.

La pulvérisation d'eau dans l'air pénétrant de l'extérieur, ou le passage de celui-ci à travers des filtres mouillés, réussit à abaisser sensiblement la température intérieure, si l'air extérieur est très sec. Toutefois, dans la plupart des régions, l'humidification ne contribue guère au bien-être des porcs.

Le rafraîchissement des porcs au moyen d'une douche à grosses gouttes d'eau est particulièrement efficace. Le matériel qu'exige ce mode de rafraîchissement est si peu dispendieux que les avantages à en tirer, durant une seule période de deux semaines, peuvent fort bien en compenser le coût, surtout dans le cas des porcs pesant plus de 50 kg. L'effet est comparable au bien-être que ressentent les enfants qui passent en courant dans le jet d'un arroseur de pelouse. Les grosses goutelettes d'eau mouillent l'épiderme et, en s'évaporant, abaissent efficacement la chaleur corporelle.

La figure 55 montre en détail l'installation de ce dispositif. Une valve solénoïde à 115 volts (normalement fermée quand le courant est coupé), reliée à un thermostat, s'ouvre dès que la température monte. Il faut régler le thermostat de matière que la douche commence à une température d'environ 25°C et surveiller le comportement des porcs; si ces derniers exigent plus ou moins de refraîchissement, il importe de régler le dispositif en conséquence.

Comme l'eau non évaporée emplirait en peu de temps la fosse à lisier, il faut synchroniser avec le thermostat une minuterie à bon marché à cycle de 30 ou de 60 minutes, permettant à l'éleveur de régler la durée de la douche selon le besoin, à partir de quelques secondes jusqu'au cycle complet.

Une douche d'une minute par cycle de 60 minutes donne les meilleurs résultats (réf. 15). Un fabricant vend un dispositif de contrôle déjà monté qui convient bien et qui renferme, dans un boîtier protecteur en acier, le thermostat, la minuterie et le fusible, en plus de la valve solénoïde à télécommande (voir la figure 56).

Le modèle d'arrosoir à cône évidé est recommandé, vu qu'ils offre à tous les porcs l'accès à la faible quantité d'eau d'arrosage. L'installation du dispositif au-dessus de l'aire à déjections permet aux bêtes de se doucher à leur gré. Il importe de choisir une buse donnant une pluie de grosses goutelettes et dont l'angle de protection est le plus petit possible, car l'eau projetée sur le mur ou les cloisons est une pure perte. On recommande d'utiliser des buses en acier inoxydable, mais non en acier trempé, car ces dernières rouillent rapidement.

Dispositifs de sécurité

Dans les bâtiments pourvus de ventilateurs à moteur, une panne de ventilation ou de chauffage pour une raison quelconque peut occasionner de très lourdes pertes, si elle n'est pas signalée à temps. Les causes de panne sont nombreuses, à savoir: panne de courant, gel des ventilateurs à l'arrêt, surcharge ou court-circuit du moteur, défaillance du chauffage, pour n'en nommer que quelques-unes. L'éleveur peut venir à bout de la plupart de ces imprévus au moyen d'un générateur de secours entraîné par un tracteur ou en ouvrant les portes et les ouvertures de secours pour établir l'aération naturelle. À condition, toutefois, qu'il sache qu'il y a une panne.

L'installation dans le bâtiment d'un contacteur-disjoncteur relié à une sonnerie ou à un téléphone à pile constitue le système d'alarme le plus simple, mais il ne vaut qu'en cas de panne de courant. Il est préférable d'installer un dispositif d'alarme à pile commandé par un thermostat à deux paliers réglé de manière à signaler l'élévation ou l'abaissement de la température au-delà de certains degrés. D'autres dispositifs avertisseurs en cas d'incendie, installés dans la chaufferie, peuvent également être reliés en série au thermostat à deux paliers.

La valeur en matière d'assurance-incendie et la sécurité offertes par un bon système d'alarme valent plusieurs fois son coût d'installation.

VIII. ÉVACUATION DES DÉJECTIONS

Le système d'évacuation des déjections des porcs dans une installation en claustration doit être soigneusement étudié pour qu'il réponde à tous les impératifs du mode d'exploitation choisi. Il doit s'adapter à la disposition des bâtiments, à la répartition et aux genres de cases ou de stalles en usage. Il faut de plus tenir compte de l'importance de l'exploitation et, le cas échéant, de l'emploi de la litière et de l'isolement des groupes de porcs.

Les déjections constituent un sous-produit précieux de l'exploitation porcine. Au regard de la technique du jour, l'utilisation la plus économique de ce sous-produit consiste à le retourner à la terre comme engrais et, de préférence, à la même terre où on poussé les fourrages ayant nourri les porcs. Comme le coût des engrais continue à monter avec la hausse du coût de l'énergie, ce système de recyclage naturel deviendra encore plus avantageux.

Stocker convenablement le fumier en vue de l'épandre au printemps et à l'automne constitue la meilleure façon d'aménager la culture et diminue le danger de pollution des eaux. Par ailleurs, l'épandage sur la neige et sur la terre gelée ou saturée d'eau présente un danger.

Le mode d'évacuation des déjections varie selon que l'on utulise de la litière ou non.

Évacuation du fumier à l'état solide

L'évacuation du fumier, dans le cas de l'emploi de litière, est étudiée brièvement dans cet ouvrage. À l'avenir, ce mode d'exploitation ne s'appliquera guère qu'aux unités de porcelets sevrés et aux élevages modernes intégrant les opérations depuis la mise bas jusqu'à l'engrraissement. Les évacuateurs, à chaînes ou à câbles, conviennent dans la mesure où l'économie de la main-d'oeuvre justifie le coût du matériel. L'économie veut que l'évacuateur mécanique desserve les cases où le fumier est le plus abondant. Il suffit de racler les cases chaque jour et de pousser le fumier sous les cloisons ou le rebord du caniveau (voir la figure 57A).

Dans la section de mise bas à pièces multiples, chacune doit être isolée; aussi, on ne saurait installer un seul évacuateur pour desservir toutes les pièces. Les pièces de mise bas ne comptent généralement qu'une douzaine de cases, et le nettoyage manuel semble le plus pratique, bien qu'il soit possible de disposer les pièces de façon à installer pour chacune un court caniveau débouchant dans un caniveau central muni d'un évacuateur mécanique. Dans ce cas, l'évacuateur doit être installé dans un couloir à l'extérieur des pièces de mise bas pour éviter la contamination de proche en proche. Par souci d'économie, l'espace occupé par le caniveau doit suffire tout juste pour recevoir les déjections provenant des cases qu'il dessert. Une petite pelle ou gratte de la largeur du caniveau est fort utile. Le caniveau desservant une case de mise bas doit avoir une capacité de 40 L. Le tableau 11 renseigne sur la quantité de fumier à stocker.

TABLEAU 11. Volume des déjections à stocker (ref. 12)

Catégorie	Production de fumier L/(porc/jour)	*Stockage de lisier L/(porc/jour)	Stockage de fumier avec litière L/(porc/jour)
18-91 kg (8 à 22 semaines)	5,1	7,1	7,1
4-11 kg (3 à 6 semaines)	1,1	1,6	
11-23 kg (6 à 9 semaines)	2,3	3,1	
23-34 kg (9 à 12 semaines)	3,4	4,8	
34-57 kg (16 à 20 semaines)	5,1	7,1	
57-80 kg (16 à 20 semaines)	7,4	10,2	
80-91 kg (20 à 22 semaines)	9,1	12,7	
Truies taries	11,3	15,9	13,6
Truies suitées (avec portées)			
(Sevrage à 3 semaines)	15,6 (réf. 12)	21,8	
(Sevrage à 6 semaines)	19,5 (estimation)	27,5	

*Calcul établi à partir des données de la colonne «production de fumier» multipliées par le facteur 1,4, pour tenir compte de l'eau répandue par les abreuvoirs, de l'eau de nettoyage et le cas échéant, de l'eau de dilution.

Le fumier solide peut être déversé en tas à l'extrémité de l'évacuateur, mais cette méthode pose certains problèmes. Il faut d'abord employer suffisamment de litière pour que le tas soit maniable. Une dalle munie d'une murette en béton facilite le chargement du fumier en tas dans l'épandeur. Notons qu'ils arrive souvent que le purin s'écoulant du tas de fumier se jette dans un cours d'eau du voisinage, à moins que l'on ait prévu une citerne souterraine d'une capacité suffisante pour recueillir le liquide polluant. L'installation doit être complétée d'un épandeur de purin. Le tas doit être étalé régulièrement en été pour combattre la multiplication des mouches, et le fumier doit être enfoui aussitôt après l'épandage pour éviter les mauvaises odeurs.

Évacuation du lisier

Compte tenu des difficultés que présente l'évacuation du fumier, du surcroît de main-d'oeuvre et du coût de la litière, on tend de plus en plus à le traiter sous forme de lisier. Dans le mode d'évacuation du lisier, on doit tenir compte principalement de la fluidité et du volume des déjections à stocker, et des gaz et des émanations malodorantes qui s'en échappent.

La fluidité est fonction du genre d'aliments consommés, de la présence ou de l'absence de litière, de l'apport d'eau et de la durée du stockage. Les écales fibreuses de l'avoine et de l'orge, par exemple, forment une boue qui s'accumule au fond des fosses et des citernes à lisier. Il en est de même des téguments cireux du maïs grossièrement broyé. La finesse du broyage ne diminue pas la quantité de déchets non digirés, mais les téguments finement broyés se déposent lentement et ont moins tendance à s'accumuler dans les caniveaux et les fosses.

Il faut se référer au tableau 11 pour connaître la quantité de déjections qu'excrètent les animaux à divers stades de croissance. On peut s'en servir comme guide pour déterminer la capacité des citernes à lisier nécessaires.

Exemple: Vérifier les dimensions du caniveau situé à l'arrière d'une rangée de cases de gestation; les dimensions du caniveau choisi sont les suivantes:

$$\frac{300 \times 75 \times 600 \text{ mm (largeur de la case)}}{1\,000\,000 \text{ mm}^3/\text{L}} = 13{,}5 \text{ L}$$

Cela suffit tout juste à contenir 11,3 L de lisier excrété par une truie tarie (tableau 11, colone 2).

Exemple: Calculer la quantité totale de lisier à stocker pendant huit mois dans le cas d'une section de croissance et d'engraissement de 500 porcs:

$$\frac{500 \text{ porcs} \times 8 \text{ mois} \times 30 \text{ jours} \times 7{,}1\text{L}}{1000 \text{ L/m}} = 852 \text{ m}^3$$

Répression des gaz délétères et des émanations nauséabondes provenant des déjections accumulées

Les déjections des porcs produisent inévitablement un mélande d'odeurs déplaisantes, mais non particulièrement dangereuses. Toutefois, les déjections accumulées pendant un certain temps dans les caniveaux et les citernes à lisier deviennent un véritable foyer de bactéries qui s'y multiplient et s'y nourrissent. Dans une porcherie ordinaire, l'action des bactéries consomme rapidement toute l'oxygène contenue dans les déjections et, par conséquent, seules les bactéries anaérobies peuvent survivre et se multiplier. Ces bactéries produisent de mauvaises odeurs et des gaz nuisibles comme l'ammoniaque, le sufure d'hydrogène et toute une gamme de composés organiques plus ou moins abondants.

Ces gaz sont extrêmement nocifs aux humains et au bétail. Par exemple, le sufure d'hydrogène que renferme l'atmosphère d'une porcherie est nocif à l'homme à une concentration d'à peine 1/5000; il est mortel à une concentration de 1/1000. Donc, tout porte à croire que les porcs élevés dans une installation en claustration seront affectés par une concentration de ces gaz bien inférieure à celle que nous venons de mentionner. Ces gaz délétères sont particulièrement nocifs parce qu'ils se fixent aux particules de fumier sous forme de bulles. Lorsque le fumier est agité au moment de vider la citerne à lisier, les bulles s'échappent soudainement, libérant ainsi dans l'atmosphère des concentrations de gaz maintes fois supérieures à la normale. Par exemple, le contenu d'une fosse pleine située sous le caillebotis est agité lors de la vidange. Les porcs, attirés par le bruit, s'approchent et respirent une dose mortelle de ces gaz délétères.

Comme le sulfure d'hydrogène est légèrement plus lourd que l'air (sa gravité spécifique est de 1,2, soit 20% de plus que l'air), il peut être salutaire d'expulser constamment une partie de l'air juste au dessus de la surface du lisier accumulé, au-dessous du caillebotis. Toutefois, un problème se pose, car il n'existe aucune méthode certaine pour souffler de l'air à

travers les ouvertures du caillebotis dans l'ensemble de la porcherie, et l'air vicié des cases situées loin du ventilateur expulseur ne sera pas purifié par l'action de ce dernier.

Une bonne gestion minimise ce danger d'empoisonnement. Comme le danger s'accroît avec la durée du stockage, il faut construire la porcherie et l'exploiter de façon à évacuer le fumier vers un endroit sûr. Ce principe s'applique aux installations à sol plein ou avec caillebotis. Si le lisier reste pendant un certain temps sous le caillebotis, il est recommandé de l'agiter le moins possible lors de la vidange. Durant ce travail, il importe d'ouvrir les portes extérieures pour accélérer la ventilation des lieux. Si les portes restent closes, les ventilateurs peuvent aspirer l'air des ouvertures du dispositif de pompage et des caniveaux d'écoulement, au lieu des prises d'air frais.

Il faut installer un siphon entre la fosse et le logement des animaux. Le coupe-air peut prendre plusieurs formes.

Une solution possible aux problèmes des gaz délétères émanant du fumier consiste à aérer les lieux pour assurer l'apport continuel d'oxygène; cette solution entraîne la prolifération de bactéries aérobies qui produisent généralement des sous-produits à peu près inoffensifs, comme le bioxyde de carbone et l'eau, au lieu de gaz nocifs. L'aération se fait au moyen d'un dispositif mécanique qui envoie de l'air dans une fosse utilisée pour la circulation du lisier (le caniveau d'oxygénation) ou qui souffle des bulles d'air dans la citerne de stockage. S'ils sont bien conçus, ces systèmes diminueront les odeurs qui émanent de la porcherie; ils présentent cependant certains inconvénients, dont une consommation énergétique élevée, de nombreux arrêts mécaniques et la formation de mousse à l'excès.

Certains éleveurs utilisent actuellement l'aération par voie mécanique dans une partie restreinte de la citerne à lisier pour produire un liquide inodore pouvant circuler de nouveau dans la porcherie afin de débourber les caniveaux. Ainsi, le lisier est enlevé rapidement de la porcherie sans qu'on ait à faire circuler une grande quantité d'eau fraîche, laquelle doit être ensuite déversée dans les champs.

Le digesteur anaérobie constitue un autre système de traitement qui comporte un réservoir hermétique, isolé et chauffé à une température de 32 à 37°C. Ce réservoir contient des bactéries qui résistent à la chaleur, lesquelles se multiplient et altèrent le lisier pour produire du bioxyde de carbone, de l'eau et du méthane (gaz combustible). Une partie du méthane peut ensuite être utilisée pour maintenir le digesteur à la température voulue, et le restant peut servir à d'autres fins, comme le chauffage de la porcherie. Le lisier ainsi traité se transforme en un liquide gris foncé, presque inodore, mais sa valeur en tant qu'engrais est à peu près comparable à celle du lisier initial. Un grand nombre de spécialistes estiment que ce système offre beaucoup de possibilités, mais il présente certains inconvénients, comme un coût initial élevé, des risques d'explosion, et l'obligation d'entreposer le méthane pour usage ultérieur. (Le méthane est un gaz, qui contrairement au gaz propane, ne se liquifie pas lorsqu'il est placé dans un réservoir sous pression). Compte tenu de la technique actuelle, le digesteur anaérobique produit à peine, par temps froid, assez de gaz pour maintenir à un certain niveau sa propre température d'exploitation.

Évacuation et stockage du fumier

L'évacuation du fumier commence dans la case avec l'inclinaison appropriée du sol, la forme de la case et l'aménagement de caillebotis. La figure 57 présente un modèle classique des sols et de caniveaux de porcherie pour cases de croissance et d'engraissement. La case longue et étroite, d'un minimum de 1,5 sur 4,8 m et d'un maximum de 2,4 x 6 m, est la plus efficace. Si le sol est plein, une dénivellation de 100 millimètres, à environ 1,2 m du mur extérieur, aide à séparer la partie humide du sol de la partie sèche. Certains éleveurs préfèrent utiliser une autre méthode, soit l'aménagement d'un plancher plus incliné dans l'aire à déjections.

Il est possible d'installer sur caillebotis de 30 à 100% de la surface de la case pour une case de 4,8 m de long, on recommande un caillebotis de 1,8 de long. Dans le cadre de différents essais visant à déterminer l'aménagement le plus efficace, on a constaté que des porcs de croissance et d'engraissement, placés dans des cases dont le plancher était plein ou partiellement sur caillebotis, ont, de façon constante, gagné du poids plus rapidement et nécessite moins de fourrage que les porcs logeant dans des cases dont le plancher était entièrement sur caillebotis.

Il est difficile d'établir les causes exactes de cet état de choses, mais il semble que les courants d'air et les gaz délétères provenant de la citerne y jouent un rôle. Un autre problème concernant les planchers entièrement de caillebotis a trait au fait que le fourrage tombant de

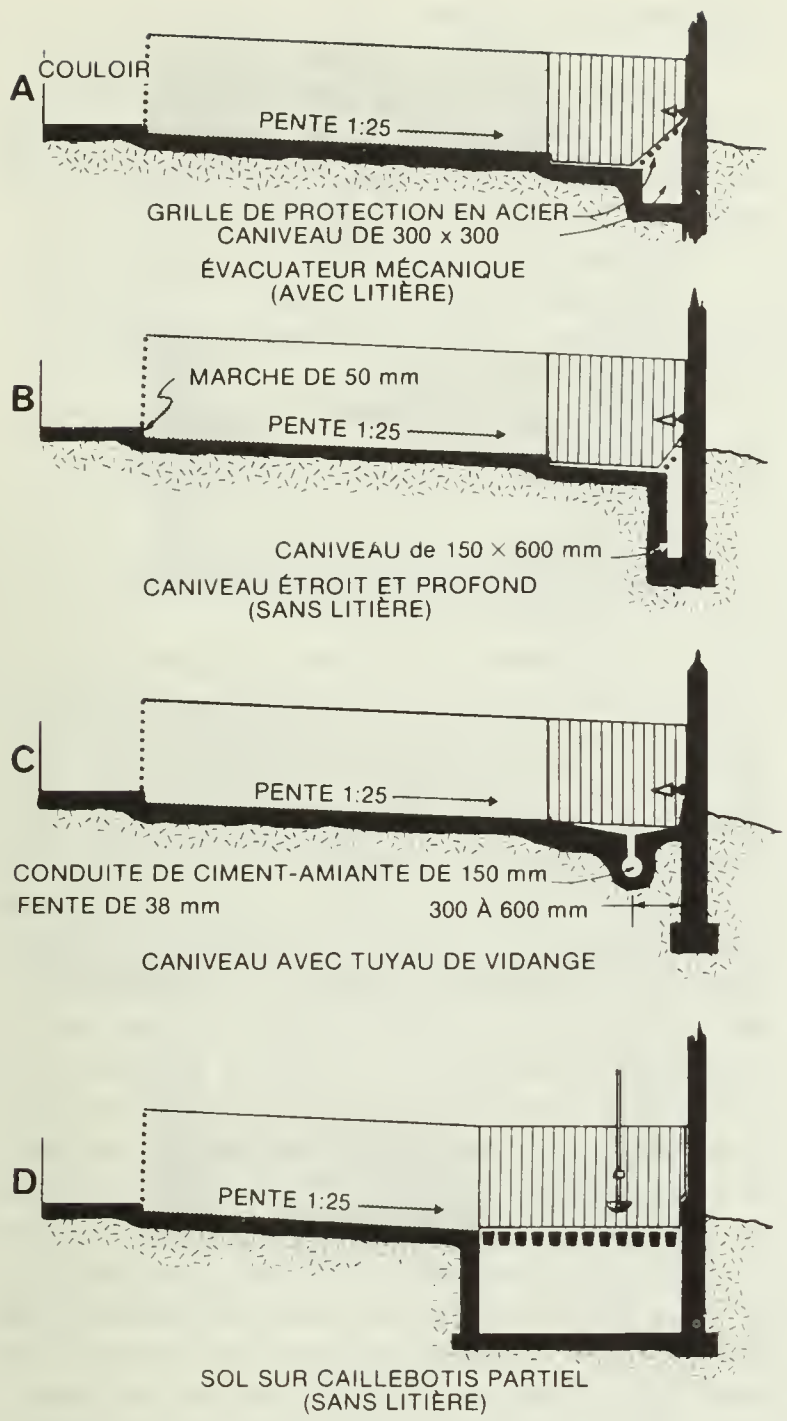


Figure 57 Cases de croissance et d'engraissement avec quatre systèmes d'évacuation des déjections

la trémie est irrémédiablement perdu dans la fosse. Cette perte n'est pas toujours évidente aux yeux de l'éleveur, comme c'est le cas avec les sols pleins, et parfois, la trémie n'est pas ajustée en conséquence.

La pente normale du sol plein est de 1/25 vers le caniveau ou le caillebotis. Si la pente s'étend sur plus de 3,6 m, il est bon d'aménager une surface moins inclinée, à 1/50, à l'avant de la case. On peut ainsi diminuer la dénivellation du sol. Une pente trop prononcée des cases pour truies en gestation peut provoquer le prolapsus; une inclinaison de 1/100 est recommandée pour l'aire de couchage, avec une pente plus raide à l'arrière de la case (voir la figure 8, page 17).

Le béton est le matériau le plus utilisé pour les planchers pleins et le caillebotis, sauf dans le cas des planchers ajourés des cases de mise bas et de post-sevrage. Le sol des cases doit être de béton, le plus solide qui soit, et avoir un fini lisse pour prévenir les blessures aux pieds et aux pattes, mais non poli au point de le rendre glissant.

Le sol plein des cases de porcs en croissance demande généralement un nettoyage quotidien au moyen d'une gratte en acier ou d'un racloir en caoutchouc. Ce travail propage quelquefois la maladie d'une case à l'autre. Certains éleveurs préfèrent laisser le fumier s'accumuler au sol pour éviter la propagation de la maladie, en dépit de l'augmentation de la mauvaise odeur, de la vapeur d'eau dans l'air et de la contrainte qu'éprouvent les porcs.

Le caniveau peut courir à l'intérieure de la case à condition de la protéger au moyen d'un rebord surélevé. L'espace occupé par le caniveau reste inutilisable par les porcs. Il vaut donc mieux qu'il soit en dehors de la case.

Les sols partiellement sur caillebotis ne demandent généralement pas de nettoyage à la gratte, d'ou économie de main-d'oeuvre et moins de danger de propager la maladie. En outre, le sol reste plus sec, et l'atmosphère moins humide. Ce genre de sol favorise la propreté des truies taries dans des cases qui restent sèches. Il y a également économie de la main-d'oeuvre. Les cloisons et les portillons compliquent le travail du nettoyage des cases à la gratte, ce qui justifie le coût des caillebotis.

Ces derniers sont utilisés de plus en plus couramment dans les cases de mise bas. Ce système permet de garder les sols secs et d'économiser sur le plan de la main-d'oeuvre. Toutefois, ces avantages ne compensent pas l'augmentation du coût d'une part, et d'autres part, la contrainte imposée aux porcelets par les courants de convection, l'odeur du fumier et un appui inconfortable. De plus, si les fentes sont assez larges pour laisser passer les déjections de la truie (voir le tableau 12), il faut recouvrir le caillebotis durant les deux premiers jours qui suivent la mise bas. Certains éleveurs fabriquent une grille amovible en barres d'acier qui s'encastre dans les fentes du plancher. Ces barres sont soudées à des brides en acier qui reposent sur le dessus des lames. La grille est enlevée dès que les porcelets sont assez agiles pour circuler en toute sécurité sur le caillebotis.

Divers matériaux servent à faire les lames. Le bois dur vendu dans la région est le moins dispendieux, et convient parfaitement aux cases de post-sevrage. Toutefois, ces lames

s'usent trop rapidement lorsqu'elles sont utilisées pour les cases de porcs adultes. Le bois traité n'est pas recommandé. L'acier est relativement dispendieux, et rouille rapidement, à moins de le galvaniser par immersion à chaud ou de l'enduire de résine époxyde. On a utilisé avec succès le treillis en acier galvanisé et déployé (fabriqué en ajourant, en étirant et en aplatissant des tôles en acier lourd), pour recouvrir le sol des cases de post-sevrage. Toutefois, ce genre de treillis cause des blessures aux trayons de certaines truies logées dans des cases de mise bas. En ce qui a trait à ces dernières, les meilleurs résultats ont été obtenus avec des feuilles d'acier profilées et poinçonnées de trous oblongs. Le commerce offre également des treillis à lattes en alliage d'aluminium et en plastique, mais ils sont fort dispendieux.

Le béton armé retient encore la faveur générale pour les planchers pleins et les caillebotis; en effet, c'est un matériau très durable s'il a été soigneusement fait à partir de béton à très forte résistance à la compression, et il est moins coûteux que tous les autres matériaux, abstraction faite du bois. Les lames peuvent être placées parallèlement à la fosse à lisier (voir la figure 57C) ou en travers de cette dernière dans la case de croissance et d'engraissement; chaque disposition présente certains avantages. D'une part, les lames placées parallèlement à la fosse (figure 57D) avec une ouverture spéciale d'environ 50 mm de large près du mur extérieur, préviennent, dans une certaine mesure, l'accumulation de fumier contre le mur, à l'endroit où l'aire inclinée rejoint le caillebotis. D'autre part, certains spécialistes affirment que les porcs se déplacent avec plus d'assurance sur les lames posées en travers de la fosse, surtout si elles sont d'une largeur suffisante (par exemple, 200 mm).

Le tableau 12 illustre la largeur et l'espacement recommandés des lames.

Caniveaux à lisier

On utilise un grand nombre de systèmes différents pour évacuer le lisier des caniveaux, au niveau du sol et en dessous; voici certaines des méthodes les plus populaires:

1. Caniveau peu profond raclé manuellement;
2. Caniveau profond et étroit;
3. Caniveau à tuyau de vidange;
4. Caillebotis sur fosse:
   a) Tuyaux de vidange permettant la succion dans un camion-citerne;
   b) Dispositif d'écoulement par gravité avec valve (seaux emboîtés);
   c) Système à écoulement continu ou système en pente;
   d) Système de caniveaux de vidange.

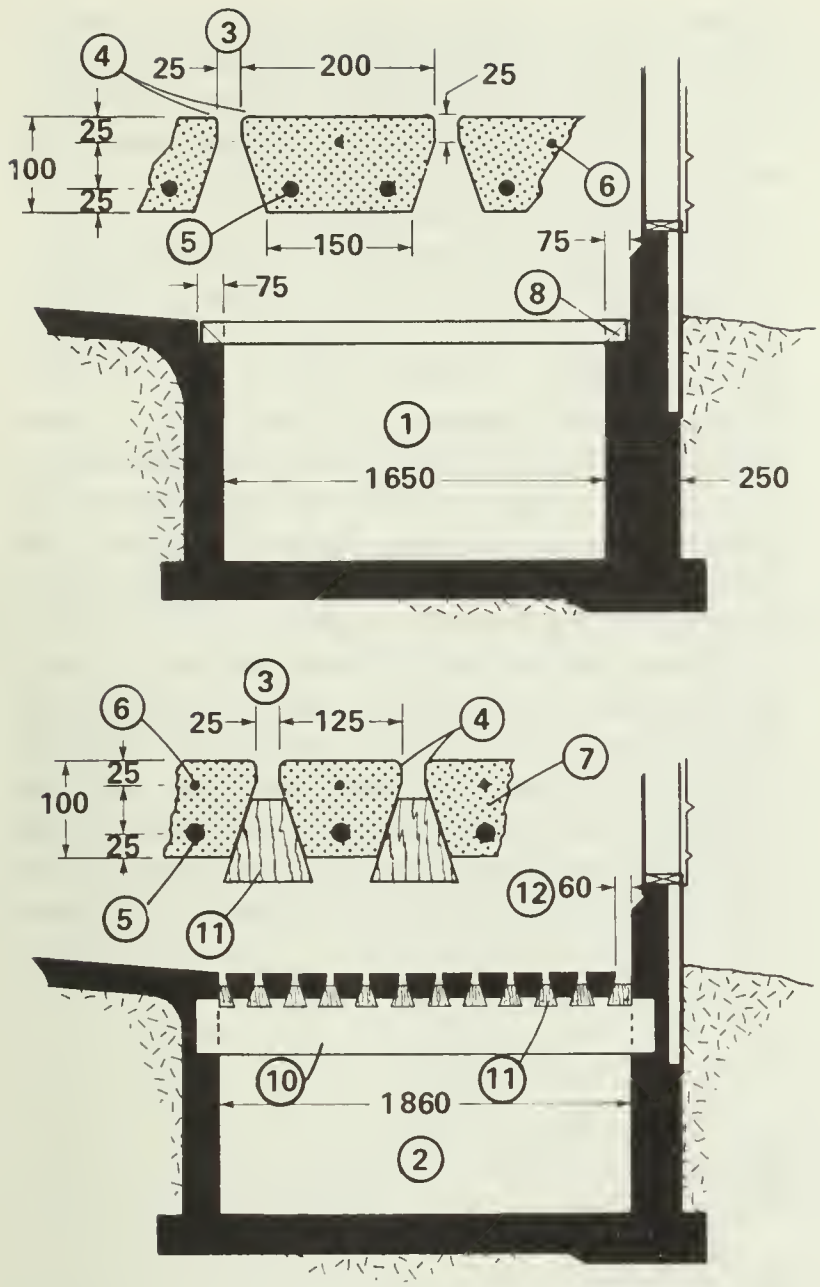
Le caniveau peu profond, raclé manuellement, derrière une courte rangée de stalles ou de cases de mise bas se montre le plus pratique. Comme il occupe ordinairement une partie du couloir, sa largeur ne doit pas dépasser 200 à 250 mm. Il est possible d'installer des caniveaux à l'avant des cases de mise bas encore plus étroits (d'ordinaire, leur largeur est de 150 mm). Il est habituellement utile de fabriquer une pelle ou une gratte spéciale qui s'adapte au caniveau. Une variante de caniveau est utilisée pour les cases de mise bas en porte-à-faux (voir les figures 12 et 13, aux pages 20 et 21). Le nettoyage se fait en poussant le fumier jusqu'à un puisard ou un caniveau plus profond.

Le caniveau profond et étroit (figure 57B) constitue un système efficace pour recevoir et évacuer le lisier de tous les genres de cases, sauf celles qui logent des truies taries. Quant aux cases de mises bas, il est parfois nécessaire d'ajouter de l'eau pour effectuer la vidange. Ce type de caniveau s'égoutte facilement, car, avec sa faible capacité, il se remplit rapidement et empêche la sédimentation des particules non digérées. On préfère le caniveau ayant 150 mm de largeur, à la condition que sa

TABLEAU 12. Recommandations visant l'écartement des barres de diverses largeurs (réf. 5)

	Lames étroites (30 à 50 mm)	Lames larges (100 à 200 mm)
Porcelets nouveau-nés	9 mm	9 mm ou 25 mm*
Porcelets 11 à 18 kg	13 mm	20 à 25 mm
Porcs 18 à 100 kg	contre-indiquées	25 mm
Truies	contre-indiquées	30 mm

*Recouvrir d'un grillage le caillebotis à écartement de 25 mm les deux premiers jours qui suivent la naissance des procelets. Les porcelets peuvent se prendre les pattes dans les vides de 13 à 20 mm.



1. Larges lames de béton disposées en travers de la tranchée à déjections.
2. Lames de béton étroites disposées parallèlement à la tranchée à déjections.
3. Voir le tableau 12 pour l'écartement des barres convenant à d'autres tailles de porcs.
4. Chanfrein évitant l'ébrèchement.
5. Barres d'armature inférieures couplées de 10 M pour une portée de 1 800 mm telle qu'indiquée.
6. Barre d'armature supérieure (prévient les cassures lors de la manipulation des barres).
7. Béton, 35 mPa, aggrégats de 12 mm max.
8. Jointoiement des barres à leurs extrémités pour assurer un écartement uniforme.
9. Barre d'armature inférieure de 15 M pour une portée pouvant atteindre 1 500 mm.
10. Poutres d'appui 38 x 235 en bois traité sous pression jointoyées dans des niches de 75 mm formées dans le béton à l'aide de blocs de polystyrène; et placées à 150 mm de l'extrémité des lames pour une portée pouvant atteindre jusqu'à 1 800 mm.
11. Espaceurs en contre-plaqué pour usage extérieur de 12 mm trempés dans un préservatif et fixés par des clous à toiture galvanisés sur les poutres d'appui (10).
12. Écartement plus large des barres près des murs pour éviter l'accumulation du fumier; réduire à 38 mm pour les porcelets sevrés.

Figure 58 Détails de la construction de caillebotis en béton pour cases de porcs. Cette méthode d'installation permet de poser les lames parallèlement aux murs de manière à favoriser la propreté des porcs

capacité suffise à recevoir les déjections de deux jours. Les parois et le fond doivent être liés ensemble au moyen de fer à armer, afin qu'il ne se produise pas de fissures par où le liquide puisse s'écouler. L'installation doit comporter une bonde ou vanne étanche, que l'on peut ouvrir une fois par jour pour laisser le lisier s'écouler dans la fosse. La figure 60 présente une bonde efficace faite de deux seaux en matière plastique.

Le caniveau avec tuyau de vidange (voir figure 57C) peut remplacer le caniveau profond et étroit, si la construction de ce dernier pose certains problèmes (rénovation d'une vieille porcherie par exemple). Il s'agit habituellement d'aménager dans le sol un tuyau de vidange en amiante-ciment de 150 mm, à la partie arrière de la case.

Le tuyau de vidange doit être incliné uniformément à 1/250 vers un petit puisard en béton, situé à l'extrémité du caniveau, dont la capacité est d'environ un mètre cube. On taille, au dessus du tuyau, une fente de 38 mm de large, et une planche unie de 38 x 139, est insérée dans la fente, afin de permettre un écoulement continu après l'installation du plancher en béton. Dès que le béton a durci, il faut retirer la planche pour libérer la fente. On obtient cette pente de 1/250 en variant la profondeur de la rainure, du sol au tuyau, où en inclinant le plancher de la case à 1/250 en direction du tuyau-réservoir.

On vidange le caniveau une ou deux fois par jour au moyen d'une pompe électrique submersible (le tuyau doit avoir deux pouces ou plus de diamètre), relié à une canalisation en surplomb pour permettre l'écoulement du lisier à l'extrémité supérieure du caniveau. On peut très bien installer la pompe directement dans le puisard et raccorder les soupapes de la vanne et le tuyau pour que le lisier retourne dans le caniveau ou soit pompé dans une fosse de

stockage à long terme située à l'extérieur du bâtiment.

Ce système est d'une très grande souplesse, car il permet de se servir du même puisard et de la même pompe pour vidanger plusieurs sections de la porcherie et remplir une ou plusieurs fosses. L'emplacement de ces fosses peut même être plus élevé que les caniveaux, si la disposition de la porcherie l'exige. Il importe que la pompe soit reliée au tuyau par des raccords et autres manchons faciles à enlever pour qu'on puisse la retirer du puisard sans difficulté, si elle s'obstrue.

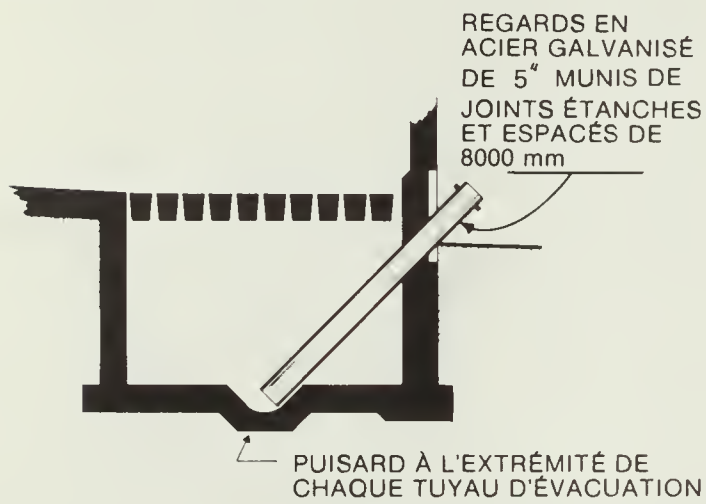
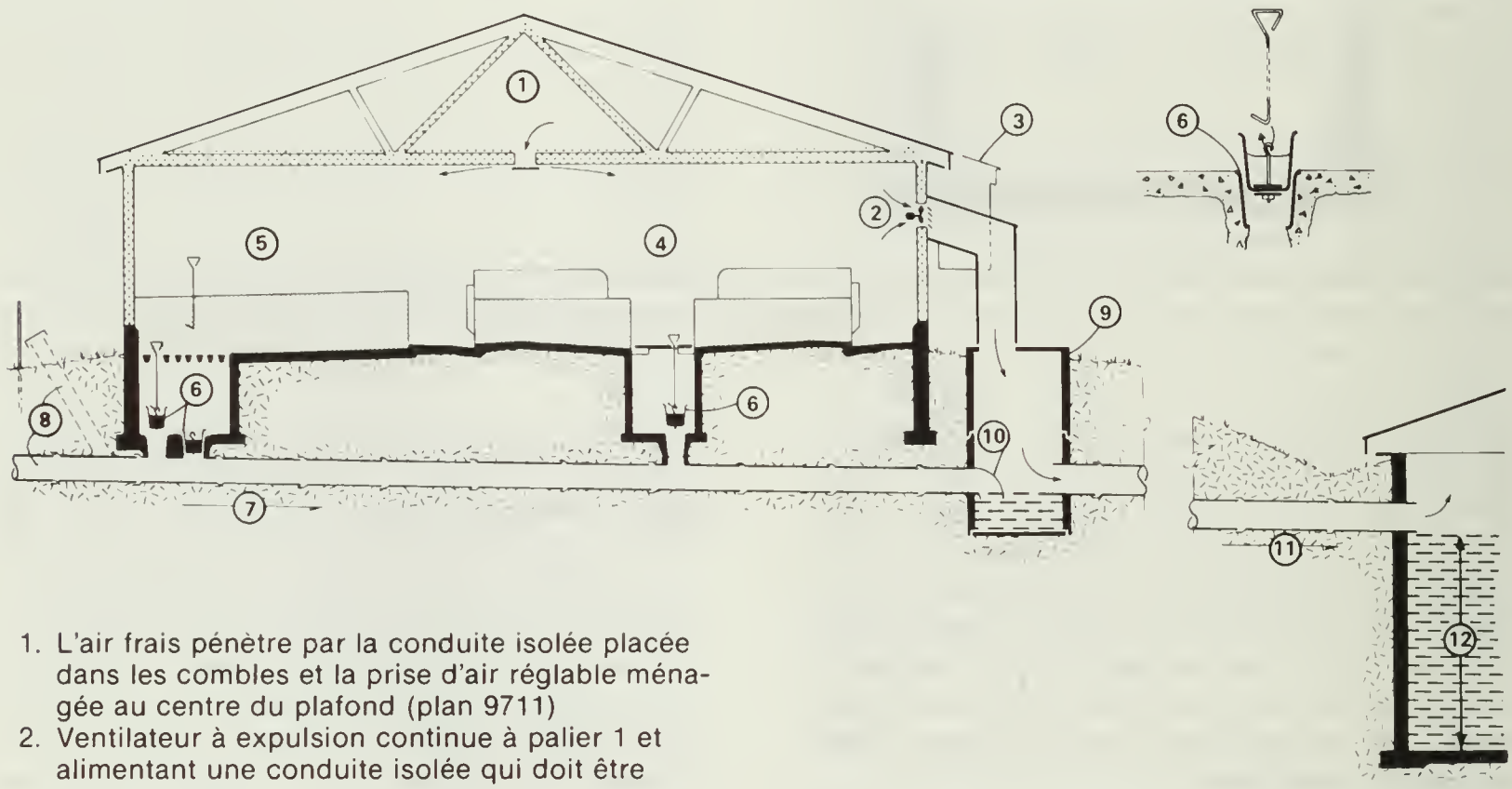


Figure 59 Fosse sous caillebotis, aménagée pour la vidange par succion dans un camion-citerne

La fosse sous caillebotis (figure 57D) peut avoir de 300 à 1800 mm de profondeur. Elle doit suffire à accumuler des déjections durant une période de un jour à 15 semaines, selon la surface de caillebotis par porc et le niveau du lisier au moment de la vidange (en règle générale, 300 mm de moins que la profondeur de la fosse). Un nettoyage fréquent des fosses peut profondes peut minimiser le problème des émanations nauséabondes dans la porcherie.

Dans les régions où le climat et le mode d'exploitation se prêtent à de fréquents épandages, les fosses plus profondes peuvent suffire à la tâche. Dans ces conditions, on peut aménager des regards pour la vidange au moyen d'un camion-citerne muni d'une pompe à vide (voir la figure 59). La distance maximale d'écou-



1. L'air frais pénètre par la conduite isolée placée dans les combles et la prise d'air réglable ménagée au centre du plafond (plan 9711)
2. Ventilateur à expulsion continue à palier 1 et alimentant une conduite isolée qui doit être enlevée en été
3. Capuchon protecteur des ventilateurs expulseurs sauf (2)
4. Endroit de mise-bas, caniveaux se déversant dans une fosse de vidange
5. Section de sevrage, caillebotis sur caniveau à tuyau
6. Soupape constituée de deux seaux de plastique emboîtés, boulons à œil et grosses rondelles, lest de béton et crochet de commande
7. Drain de 200 mm min. pente de 1:100 au moins
8. Prolongement du drain (7) vers les sections de croissance — finition ou regard de 100 mm avec bouchon
9. Bassin collecteur constitué d'une buse de béton de 1200 mm
10. Coude de tuyau de 200 mm servant de siphon (retenue des gaz)
11. Drain de 300 mm min. se déversant dans (12)
12. Fosse de stockage à long terme du lisier, niveau maximum du liquide correspondant à la partie inférieure du drain 11

Figure 60 Système classique d'entreposage à long terme du lisier par gravité, et protection contre le gel par un dispositif d'expulsion d'air

lement du lisier jusqu'au regard de vidange ne doit pas dépasser 4 m. Pour vidanger complètement le puisard, ce dernier doit être au moins aussi profond que le diamètre du tuyau d'évacuation et du boyau aspirateur du camion-citerne. Le tuyau d'évacuation submergé est également muni d'un siphon, car il suffit d'un peu d'eau dans le puisard pour empêcher les ventilateurs.

S'il est nécessaire d'accumuler plus de lisier, que ne peut en contenir la fosse sous caillebotis (ce qui se produit souvent), on peut alors vidanger très fréquemment et rapidement les fosses et les puisards comme l'illustre la figure 60. Dans ce système à écoulement discontinu par gravité, un problème difficile se pose, car il faut installer une bonde entièrement étanche, sinon une partie du lisier s'écoule, laissant ainsi s'accumuler les déjections plus solides, qui sont difficiles à évacuer. La figure 60 (encart) illustre une solution à ce problème; elle consiste en une bonde, fait à partir de deux seaux en plastique emboîtés, qui recueille la faveur générale en raison de sa simplicité, de sa robustesse et de son coût minimum. Le crochet de levage peut être amovible, comme l'indique l'illustration, ou il peut être fixé au dispositif.

Le système à écoulement discontinu illustré à la figure 60 permet une très grande souplesse, puisque les tuyaux de raccordement sont enterrés en dessous du niveau de gel, à l'extérieur de la porcherie, et en dessous des fosses à lisier, à l'intérieur de cette dernière. Afin de garder les caniveaux à une longueur minimale à l'intérieur des porcheries, il est préférable, en règle générale, de les faire passer à peu près au milieu de chaque case (voir les figures 16 à 22). Les cases où le fumier est abondant (cases de croissance et d'engraissement, unités de porcelets sevrés) doivent être situées près de l'extrémité supérieure des conduits et les sections importantes (gestation, mise bas) doivent être plus près du système d'écoulement. Tous les conduits doivent être munis d'un siphon qui est placé sur la fosse comme l'indique le numéro 10, de la figure 60.

L'expulsion d'air vers le sommet de la fosse au moyen d'un petit ventilateur fonctionnant continuellement, situé dans le dernier bâtiment de la porcherie, empêche le conduit principal (11) de geler en hiver, au moment où il amène le lisier pour entreposage à long terme dans la fosse.

Grâce à ce dispositif, il n'est pas nécessaire d'installer le conduit principal au-dessous du niveau de gel, mais il faut en installer un d'une dimension suffisante (soit environ 300 mm) pour assurer l'arrivée continue d'air chaud. Par ailleurs, si on considère que le tuyau principal (11) de 300 mm de diamètre, est trop long et dispendieux, on peut aménager une prise d'air réglable dans le conduit isolé situé au dessus de la fosse, et installer un tuyau (11) de 200 mm de diamètre.

En été, il importe d'enlever le conduit d'air menant du ventilateur à la fosse, sinon l'arrivée d'air chaud peut causer l'assèchement de l'égoût principal et l'obstruer. Dans certains cas, il est possible d'enlever le petit ventilateur expulseur (2), pour ensuite le raccorder au conduit afin qu'il aspire l'air sous le caillebotis dans le secteur 5; ainsi, on peut, dans une certaine mesure, contrôler les émanations de gaz au-dessus de la fosse.

Une variante du système par simple gravité consiste à utiliser l'écoulement continu (ou système en pente, comme on l'appelle fréquemment au Canada). Ce système est utilisé depuis plusieurs décennies en Europe; il possède l'avantage de fonctionner efficacement tout en nécessitant beaucoup moins d'eau de dilution que tout autre système y compris l'écoulement discontinu.

La figure 61 illustre le fonctionnement de ce système. Le fond de chaque tuyau à regard est lisse, uni et étanche. D'une hauteur d'environ 150 mm, un petit déversoir de la largeur voulue et dont les côtés supérieurs sont à égalité, est placé en travers, à l'extrémité de chaque tuyau à regard; sa fonction est de retenir le lisier pour que les tuyaux ne s'assèchent ni ne se collent. Selon ce principe, le lisier déborde bientôt du déversoir, et il commence à couler plus ou moins rapidement le long du tuyau à regard selon la consistance des déjections; d'ordinaire, ce tuyau est incliné de 1/100 à 1/30. C'est à l'extrémité située le plus loin du trop plein que s'accumule le lisier; plus le tuyau est long, plus il doit être profond pour que le lisier puisse s'écouler sans déborder. Le tableau 13, qui se fonde sur de la documentation venant d'Allemagne, indique la longueur des tuyaux à regard, de même que la profondeur correspondante recommandée pour les porcs en croissance. Le système à écoulement continu n'est pas recommandé s'il s'agit de truies taries.

L'ouverture du tuyau importe peu, et on en trouve de 1 à 2,4 m. Quand le tuyau est plus large, le lisier tend à s'écouler de façon irrégulière. Les tuyaux de plus de 30 m de longeur posent parfois certains problèmes; en effet, dans le cas de porcheries construites sur la longueur, il est préférable de faire descendre le

TABLEAU 13 LONGUEUR ET PROFONDEUR DES CANIVEAUX D'UN SYSTÈME À ÉCOULEMENT CONTINU DESSERVANT UNE ENTREPRISE DE PORCS EN CROISSANCE

Longueur du caniveau (m)	Profondeur du caniveau (mm)
15	700
20	800
25	800
30	900
35	1 000
40	1 000

flot, à mi-longueur du bâtiment, dans un tuyau d'écoulement transversal. Ce tuyau doit être au moins 300 mm plus bas que les caniveaux plus longs, et il doit être muni d'un siphon là où le lisier s'écoule dans la fosse d'entreposage à long terme.

Un petit coude de drainage et un pointeau d'arrêt installés au fond du tuyau, juste au-dessus de chaque angle, permettent l'écoulement, à intervalles réguliers, des caniveaux (par exemple, lorsque la porcherie est vidée et désinfectée pour prévenir les maladies). Certains éleveurs font également des coulisses verticales dans les côtés des tuyaux à l'amont de chaque angle; ainsi, on peut glisser une porte à trappe en contreplaqué en travers du tuyau, pour arrêter temporairement le lisier et permettre le vidange du caniveau situé au-dessus ou pour nettoyer les tuyaux situés au-dessous de l'angle.

Les systèmes de caniveaux de vidange utilisés actuellement sont trop nombreux pour que l'on puisse les décrire de façon détaillée dans la présente publication. En principe, ces dispositifs fonctionnent au moyen d'une petite pompe à lisier qui renvoie les déjections liquides, fraîches ou aérées mécaniquement, en direction de l'extrémité de chaque caniveau de collecte. C'est à cet endroit qu'une série de citernes de vidange ou de citernes à déversement automatique accumule l'eau de vidange jusqu'à ce qu'elles soient pleines, pour ensuite la déverser dans chaque caniveau. Le liquide s'écoule rapidement le long du caniveau en emmenant le fumier et l'urine jusque dans le puisard. Une autre méthode consiste à utiliser une pompe à lisier de grande dimension et de supprimer ainsi les citernes à déversement automatique; on peut aussi vidanger un caniveau large et peu profond coulant au niveau du sol à travers une rangée de cases.

Mode de stockage du lisier

Sauf si les fosses sous les caillebotis suffisent à l'accumulation des déjections, il faut prévoir pour la porcherie une citerne, de grandeur suffisante pour stocker le lisier jusqu'à l'agitation et jusqu'au chargement et à l'épandage sur les terres en culture.

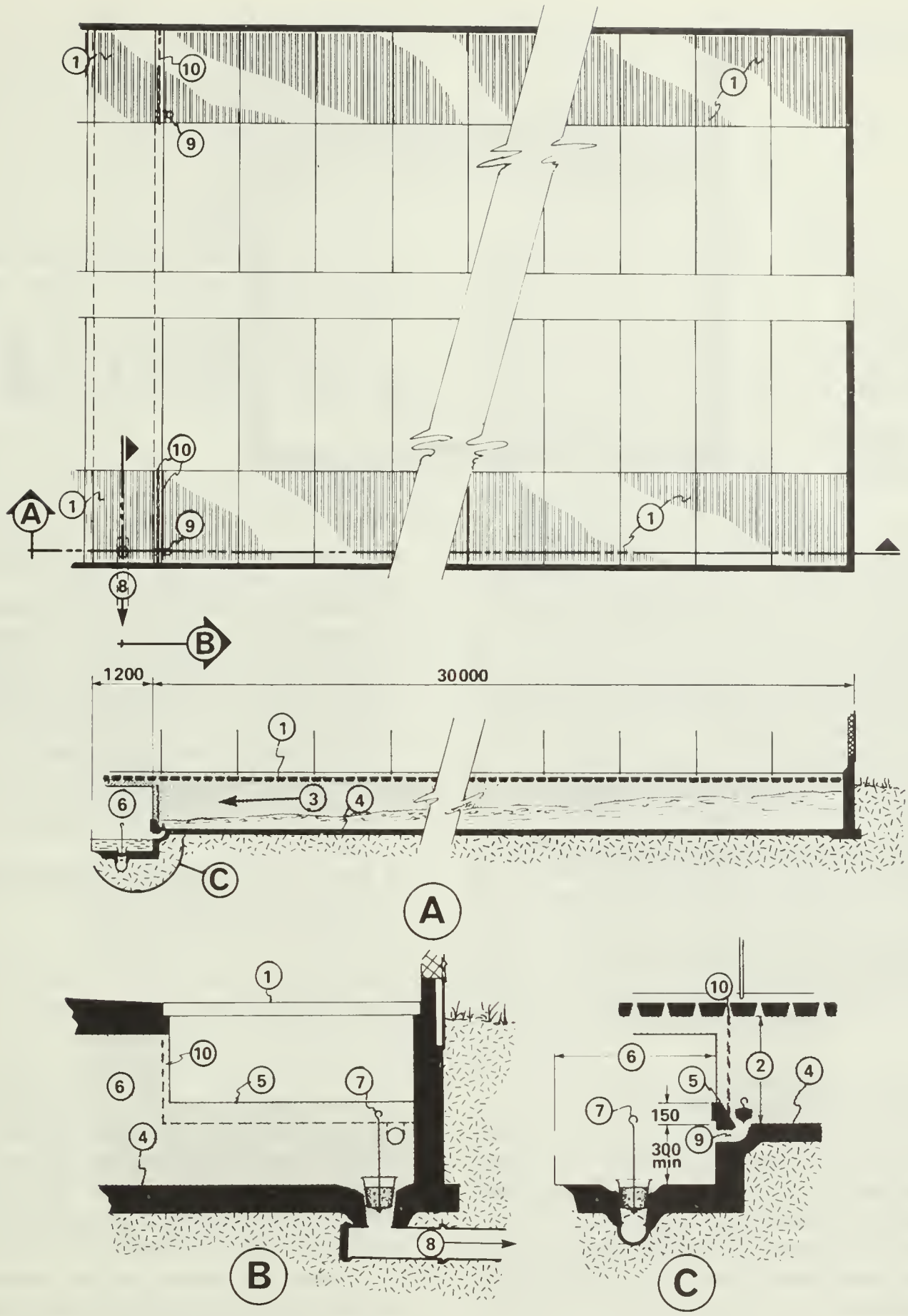
(1) CITERNES SOUTERRAINES

Le système le plus communément en usage consiste en une citerne souterraine dans laquelle les caniveaux se déversent par simple gravité. La figure 60 illustre ce principe; un ou plusieurs caniveaux, étroits et peu profond, se déversent dans un puisard situé à l'extérieur de la porcherie. De là, un tuyau laisse s'écouler le lisier vers une citerne d'entreposage souterraine située à une certaine distance de la porcherie. Le tuyau d'amenée doit avoir une inclinaison d'au moins 1/100, et se déverser au-dessus du niveau maximal de stockage de la citerne à lisier de 6 mois; si le lisier est refoulé dans le tuyau d'amenée, il s'obstruera et il s'y formera des sédiments.

Pour construire un puisard, il faut utiliser des sections de tuyaux en béton d'au moins un mètre de diamètre, et y couler du béton pour que le fond soit étanche. Pour construire un simple siphon, il suffit de placer le fond du tuyau d'égouttement légèrement au-dessus du tuyau de sortie de la porcherie.

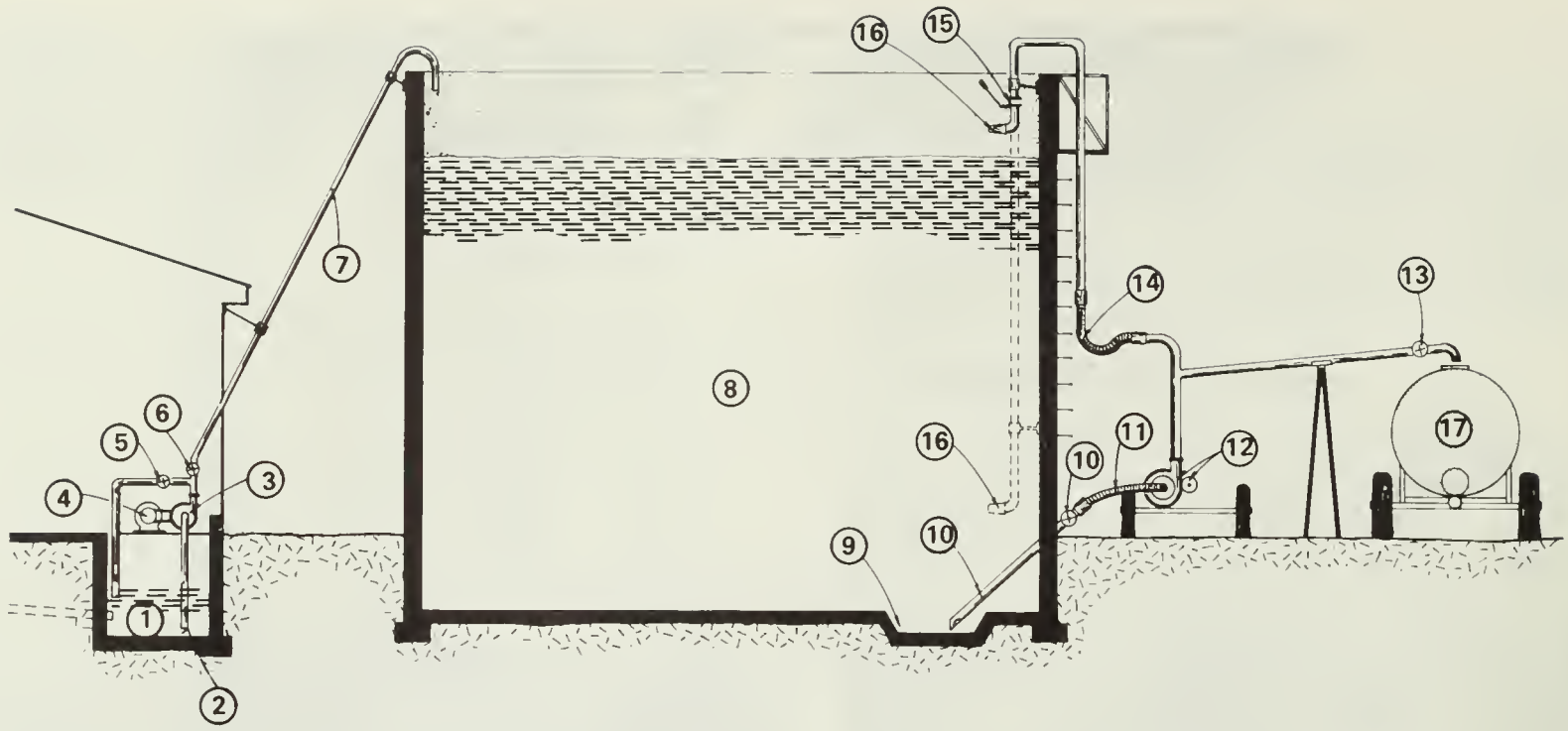
Si, en raison de la hauteur du bâtiment ou de la distance entre les caniveaux et la fosse de lisier, l'écoulement par gravité est impossible, on peut utiliser une pompe pour stocker le lisier dans une fosse souterraine. Dans ce cas, il est alors possible de choisir un mode de stockage et une tuyauterie plus économiques. Si on utilise du matériel ordinaire entraîné par tracteur pour agiter et pomper le lisier de la fosse, la plus grande partie de cette dernière doit être située sous terre.

Les fosses souterraines prennent la forme d'un bassin en terre battue ou de citernes rectangulaires ou cylindriques en béton. Le bassin coûte sans doute le moins cher, mais il n'est utile que si le sous-sol est d'argile; autrement, il faut pourvoir le fond d'un revêtement imperméable. Au nombre des autres impératifs, mentionnons une levée pour exclure l'eau de ruissellement, une clôture solide pour éloigner les enfants et les animaux de ferme, et un poste pour l'installation, le cas échéant, d'une pompe entraînée par la prise de force d'un tracteur. On trouvera ci-dessous les détails de construction des citernes en béton.



1. Sol à caillebotis sur tranchée à déjections sous-jacente
2. Profondeur en rapport avec la longueur de la tranchée — voir tableau 13
3. Surface du lisier, pentes de 1:00 à 1:30
4. Fond de la tranchée étanche, lisse et de niveau
5. Dalle de trop-plein, niveau supérieur
6. Largeur de la tranchée donnant une capacité de stockage des déjections de 2 à 3 jours
7. Vanne constituée de deux seaux emboîtés; voir la figure 60 pour le détail
8. Drain collecteur de 200 mm se déversant dans la fosse de stockage à long terme; pente min. de 1:100
9. Drain de vidange de la tranchée constitué d'un coude de tuyau, bouchon de caoutchouc et crochet de commande
10. Rainures de 25 mm ménagées dans les parois de la tranchée pour recevoir une vanne de retenue du lisier en contre-plaqué de 19 mm (facultative)

Figure 61 Système d'écoulement continu des déjections adapté à la porcherie de croissance et d'engraissement avec caillebotis (voir plan 3428SPC)



1. Puits collecteur en béton, capacité de stockage du lisier de 2 à 7 jours
2. Soupape à clapet et à pied (facultative en cas d'amorçage automatique de la pompe), court conduit d'aspiration de 3"
3. Pompe centrifuge à aubes, ouverture de 3"
4. Moteur d'entraînement de 1,5 à 3,5 kw selon les caractéristiques de la pompe
5. Vanne à passage direct de 2" ou 3" lignes de retour et d'agitation du lisier dans le puits collecteur(1) ou canalisation de remplissage de la cuve (7)
6. Vanne à passage directe fermée pour la récirculation, ouverte pour le remplissage de la cuve
7. Conduite de remplissage de la cuve à lisier de 2" ou 3"
8. Cuve de béton renforcé de 7,2 ou 9 m de diamètre et de 9 m de hauteur max.
9. Puisard au fond de la cuve de 300 mm pour recevoir la conduite d'aspiration
10. Conduite d'aspiration en acier galvanisé et vanné à passage direct adaptées à la pompe (12)
11. Section flexible de la conduite d'aspiration munie de raccords rapides aux deux extrémités
12. Pompe centrifuge actionnée par prise de force
13. Conduite surelevée de remplissage de la citerne (17) et vanne à passage direct
14. Conduite forcée souple munie de raccords rapides aux deux entrémités
15. Joint articulé et tige de manœuvre de la buse (16)
16. Buse d'agitation pouvant se placer à diverses hauteurs dans la cuve à lisier
17. Citerne d'épandage du lisier

Figure 62 Entrepôt du lisier au-dessus du sol, muni d'un système à deux pompes

(2) RÉSERVOIRS EN SURFACE

Les réservoirs cylindriques en surface présentent un certain nombre d'avantages sur les installations souterraines, à savoir:

1. On peut les construire sur les terrains où la nappe d'eau s'oppose à une installation souterraine.
2. Nul besoin de clôture ni de toit.
3. Le coût d'excavation est minime.
4. L'entrepreneur s'applique à couler du béton de haute qualité, car la moindre fissure apparaît très visiblement.
5. L'exécution des travaux de construction des parois est plus facile en surface que sous terre.
6. Le réservoir en surface peut avoir une capacité beaucoup plus grande qu'une installation souterraine, car la hauteur n'est pas limitée à 3 ou 4 m.

Un grand nombre de dispositifs actionnés par une pompe sont utilisés pour remplir et vidanger des réservoirs en surface; quatre de ces dispositifs sont décrits sous référence 16, et l'un de ces derniers est illustré à la figure 62. Il consiste en une pompe électrique de dimension assez restreinte, qui est installée dans la porcherie pour évacuer le lisier jusqu'au réservoir d'entreposage à long terme. Un système de tuyauterie, à l'intérieur de la porcherie, permet à cette pompe d'agiter le lisier dans le puisard avant de le déverser dans le réservoir extérieur.

Le tuyau de remplissage passe par-dessus le mur du réservoir afin d'éliminer toute possibilité d'un débordement accidentel dans la porcherie. En hiver, ce tuyau doit être vidé afin d'empêcher qu'il ne gèle.

On peut également utiliser une pompe à boue électrique submersible munie d'un raccordement de $2^1/_2$ à 3" de diamètre. Cette

pompe doit être installée en-dessous du niveau du lisier dans le puisard, ce qui permet de supprimer des éléments encombrant comme le clapet à pied et le tuyau d'aspiration. Il importe que la pompe submersible puisse être facilement retirée de la fosse en cas d'obturation.

Lorsque le réservoir en surface est presque plein, une autre pompe entraînée par un tracteur est installée afin d'agiter le lisier et de l'amener jusqu'au camion-citerne. Une pompe centrifuge, entraînée par la prise de force d'un tracteur, permettra d'obtenir la puissance et la vélocité requises pour agiter le lisier, mais il se peut que certaines particules solides obstruent les turbines de la pompe.

Le tuyau d'aspiration et le clapet (10) doivent être solidement fixés au fer à armer sur le mur du bâtiment, afin d'en assurer l'étanchéité. Ils doivent être disposés selon une inclinaison de 45° afin de minimiser le nombre de coudes et d'accouplements utilisés, lesquels peuvent ralentir le mouvement du lisier et obstruer les tuyaux. Les sections exposées du tuyau d'aspiration et du clapet peuvent geler, mais cela ne pose aucun problème pour autant que le réservoir est d'une capacité suffisante pour supprimer la nécessité de pomper le lisier et de l'épandre au cours de l'hiver.

Construction des réservoirs

Les réservoirs rectangulaires en béton ont de 2,4 à 3,6 m de profondeur. Le bétonnage du fond, des parois et du dessus se fait généralement sur place. Aux endroits où la demande est forte, le commerce peut offrir ce genre de réservoir préfabriqué. Il est superflu de construire un toit assez fort pour porter les véhicules; en effet, il pourrait coûter jusqu'à 40% du prix total du réservoir. Il suffit que les parois sortent de terre pour empêcher le passage des tracteurs et des autres véhicules. Le seul poids à prévoir est donc la charge de la neige et celle des piétons. Le toit peut prendre plusieurs formes, à savoir:

1. Comble sur pignon avec fermes en bois;
2. Toit plat avec solives en bois;
3. Légères dalles en béton armé;
4. Dalles à toit préfabriquées.

Les toits en bois du réservoir à lisier peuvent durer longtemps, malgré l'humidité à l'intérieur, à la condition de bien aérer le milieu. L'espace entre les solives ou les fermes demande à être bien aéré au moyen d'ouvertures grillagées à l'extrémité. Les fermes de comble peuvent facilement avoir une portée de 12 m, les solives, de 4,8 m. Une dalle de béton de 150 mm d'épaisseur, armée légèrement, possède une portée de 3,6 m.

Le réservoir rectangulaire en béton doit avoir les dimensions en fonction du rendement du dispositif d'agitation. Dans le cas de l'entraînement au moyen de la prise de force d'un tracteur, les coins du réservoir ne doivent pas être éloignés de plus de 10 m de la buse de l'agitateur. Par conséquent, les dimensions du réservoir rectangulaire ne peuvent guère dépasser 7,5 x 15 m.

Il importe que les plans soient dressés par un technicien compétent et exécutés à la lettre. Les parois doivent résister à la pression de la terre quand le réservoir est vide, et à la pression du lisier quand le réservoir est plein et que le sol est sec. Après la construction, il faut attendre au moins un mois avant de remblayer le réservoir. De plus, le remblayage doit se faire couche par couche, en tassant chacune de ces dernières.

Le réservoir cylindrique (réf. 17) en béton peut être sous terre ou en surface. Sa forme accroît la résistance du béton armé à la pression qu'exercent le sol et le lisier. Le toit n'étant pas nécessaire pour affermir les parois circulaires, les douves de béton préfabriquées pour la construction de silos peuvent servir sur un réservoir de faible diamètre (jusqu'à 7,2 m). Le réservoir cylindrique souterrain peut avoir de 6 à 15 m de diamètre et jusqu'à 4,2 m de profondeur; en surface, il peut s'élever jusqu'à 9 m. Il importe toutefois de ne pas oublier que le lisier exerce de deux à trois fois plus de pression que l'ensilage, d'où la nécessité d'accroître l'armature en acier. Il faut insister pour que l'entrepreneur ait un plan dressé par un technicien.

Le tableau 14 expose la capacité des réservoirs cylindriques. L'installation souterraine doit sortir d'une hauteur de 300 à 600 mm de terre et être munie d'un toit ou d'une clôture.

TABLEAU 14. CAPACITÉ DES RÉSERVOIRS CYLINDRIQUES

Diamètre (m)	Capacité (m^3/m de profondeur)
6	28.27
9	63.62
12	113.1
15	176.7
18	254.5
21	346.4
24	452.4

BIBLIOGRAPHIE

1. Heitman, H., C.K. Kelly et T.E. Bond. Ambient air temperature and weight gain in swine. Journal of Animal Science, vol. 17, n° 1, p. 62-67, février 1958.
2. Heitman, H. et E.H. Hughes. The effects of air temperature and relative humidity on the physiological well being of swine. Journal of Animal Science, p. 171-181, mai 1949.
3. Kazarian, E.A., J.S. Boyd et S.M. Ruffin. Controlled temperature swine housing. Agricultural Engineering Transactions, vol. 1, n° 1, p. 45-47, 1958.
4. Bell, J.M. Pig feeding, Publication n° 1126, ministère de l'Agriculture du Canada, Ottawa, et Dép. de zootechnie, Collège d'agriculture, Université de la Saskatchewan, 1965.
5. Oatway, E.T. Layout designs for confinement housing of swine. Amer. Soc. of Agr. Eng. Commission n° 67-492, juin 1967.
6. Fritschen, R.D.. Confinement swine housing — an update. Nebraska Swine report E.C. 73-219, p. 17-21, University of Nebraska, Lincoln, Neb., janvier 1973.
7. Muehling, Arthur J. Swine housing and waste management. Research Review No. AEng-873, Dept. of Ag. Engineering, Université de l'Illinois, Urbana, Illinois, août 1969.
8. Bond, T.E., C.F. Kelly et H. Heitman. Heat and moisture loss from swine. Agricultural Engineering, mars 1952.
9. Harman, D.J., A.C. Dale and H.W. Jones. Effect of floor type on required moisture-vapour removal rate from swine finishing houses. Agricultural Engineering Transactions, vol. 11, n° 1, p. 149-152 1968.
10. Pattie, D.R. et W.R. Milne. Ventilation air-flow patterns by use of models. Agricultural Engineering Transactions, vol. 9, n° 5, p. 646-649, 1966.
11. Turnbull, J.E. et J.A. Coates. Temperatures and air-flow patterns in a controlled-environment cage poultry building. A.S.A.E., communication n° NA-69-502. Étude n° 180. Services de recherches techniques, ministère de l'Agriculture du Canada, Ottawa, 1969.
12. Code canadien des bâtiments de ferme, 1977. Comité conjoint du Code national du bâtiment, Conseil national de recherches du Canada, Ottawa.
13. Agricultural Engineers' Digest. Handling swine manure, AED-11, Midwest Plan Service, Iowa State University, Ames, Iowa, avril 1969.
14. Buchanan, L.C. Effect of evaporative cooling and intermittent spraying on swine performance. Canadian Society of Agricultural Engineering, communication, août 1969.
15. Morrison, S.R., R.L. Givens, H. Heitman et T.E. Bond. Sprinkler use for swine cooling A.S.A.E., communication n° 70-913, décembre 1970.
16. Sojak, M. Spray and zone cooling of feeder pigs. Ridgetown Coll. of Agr. Tech., Ridgetown, Ont., Can., 1970.
17. Turnbull, J.E. Above ground silos for storing liquid manure. Contr. n° 327, Service de recherches techniques, Agriculture Canada, Ottawa, K1A 0C6, octobre 1972.

LIBRARY / BIBLIOTHEQUE
AGRICULTURE CANADA OTTAWA K1A 0C5
3 9073 00020760 7